

## **PROJETO DE COMPOSTEIRA RESIDENCIAL AUTOMATIZADA**

### **INTRODUÇÃO**

Este projeto é na verdade uma ideia que apresentei para um professor de programação e alguns alunos da minha escola, como forma de podermos apresentar uma forma de cada um na sua individualidade poder contribuir com uma pequena ação para sustentabilidade do nosso planeta. Contudo meus colegas acharam que seria muito complicado projetar o protótipo e fazer a programação do hardware e tenho que concordar com eles, pois eu mesmo não tinha a menor ideia de como e por onde começar até que decidir participar dessa imersão e então pude fazer uma relação, ainda que de maneira superficial e incompleta da minha ideia com o Gemini. Em síntese podemos dizer que o projeto apresentado aqui é uma parceria minha com o Gemini do Google.

Preciso confessar que se o convite para essa imersão tive ocorrido a um ano atrás eu nem se quer teria olhado, porque não sabia nem o que faz um programador, pelo menos isso agora eu sei. Da mesma forma eu tenho que confessar que aprendi bastante e vou poder mostrar para meus alunos que é possível sim, principalmente se lançarmos mão da tecnologia como parceira.

Para que a AI pudesse fazer sua parte apresentei a elas as seguintes informações.

### **ARGUMENTOS APRESENTADOS AO GEMINI DO GOOGLE**

Considerando que:

A compostagem é um método aeróbio de reciclagem e tratamento dos resíduos orgânicos que busca reproduzir algumas condições ideais observadas no processo natural de degradação da matéria orgânica, bem como garantir a segurança do processo.

Considerando que:

Uma boa compostagem depende do controle de alguns fatores-chave, como umidade, a temperatura, a aeração (nível de oxigênio) e balanço de nutrientes (carbono e nitrogênio).

Considerando que:

A compostagem é um método simples, seguro, que garante um produto uniforme, pronto para ser utilizado nos cultivos de plantas e que pode ser realizado tanto em pequena escala (doméstica) quanto em média (comunitária, institucional) ou grande escala (municipal, industrial).

Considerando que:

O controle destes fatores favorece que os microrganismos como fungos e bactérias atuem na acelerada degradação da matéria orgânica, garantindo a eliminação dos patógenos e evitando a presença de vetores de doenças

Considerando que:

A Compostagem se divide em:

**Fase Inicial** Pode durar de 15 a 72 horas e se caracteriza pela liberação de calor e elevação rápida da temperatura até atingir 45°C. Isto acontece pela expansão das colônias de microrganismos mesófilos e intensificação da ação de decomposição.

**Fase Termofílica** Se inicia quando a temperatura se eleva acima de 45°C, predominando a faixa de 50 a 65°C, quando se dá a plena ação de microrganismos termófilos, com intensa decomposição de material e liberação de calor e de vapor d'água. A aeração se intensifica, pois, o ar quente (mais leve) se eleva, favorecendo a entrada de ar mais frio por baixo da leira (processo de convecção). 5Inácio & Miller (2009) Compostagem Doméstica, Comunitária e Institucional de Resíduos Orgânicos 27

Fase Mesofílica Acontece a diminuição da temperatura pela redução da atividade dos microrganismos, degradação de substâncias orgânicas mais resistentes e perda de umidade. Enquanto a fase termofílica é dominada por bactérias, desta fase em diante os fungos actinomicetos têm papel igualmente relevante.

Fase de Maturação Nesta fase, de fato, ocorre a formação de húmus, quando a atividade dos microrganismos diminui e o composto perde a capacidade de auto aquecimento. A partir desta fase, a decomposição se processa muito lentamente e prosseguirá até a aplicação do composto no solo, liberando nutrientes.

Considerando que:

Para um processo de compostagem de qualidade, é importante separar os resíduos na origem, ou seja, não misturando os resíduos orgânicos com outros tipos de resíduos. Essa separação deve ocorrer em, pelo menos, 3 frações:

1. resíduos orgânicos: restos de alimentos (por exemplo: cascas, sementes, polpas, ossos, casca de ovo, alimentos estragados e quaisquer outras sobras impróprias para consumo) e resíduos verdes (por exemplo: grama cortada, folhas secas, galhos quebrados, podas). Estes resíduos devem ser destinados para a compostagem (veja como compostar mais adiante).
2. resíduos recicláveis secos: plástico, papel/papelão, metais, vidro, que devem ser encaminhados para a coleta seletiva, pontos de entrega voluntária ou para organizações de catadores. Entre em contato com sua prefeitura para conhecer as possibilidades de destinação no seu município.
3. rejeitos: os demais resíduos, que não podem ser reciclados e serão coletados pela prefeitura e encaminhados para um aterro sanitário.

Considerando que:

Existem pelo menos dois motivos fundamentais para a reintrodução da compostagem em nosso dia-a-dia: o primeiro é resgatar uma alternativa de destinação dos resíduos orgânicos ambientalmente adequada, de baixo custo e facilmente assimilada pela população; o segundo é a obtenção de um composto orgânico de alta qualidade, que serve como fertilizante orgânico para diferentes objetivos, como adubar hortas e jardins urbanos, o que contribui para a ampliação de áreas verdes, para o aumento da biodiversidade e da segurança alimentar e do surgimento de cidades mais saudáveis e resilientes.

Considerando que:

Umidade ideal da compostagem de estar entre 40-60% e é importante manter a umidade e a aeração no interior da composteira em valores adequados visando manter elevada a atividade dos microrganismos decompositores.

Considerando que

Existe a compostagem residencial ou individual e este método é utilizado em residências que produzem um **volume mínimo de 20 litros de resíduos por semana** e que dispõem de uma **área mínima de 4m<sup>2</sup>** (o ideal é que seja de 2m x 2m). Para residências com pouca geração de resíduos orgânicos ou com restrição de espaço (como apartamentos ou quitinetes), sugere-se a adoção do sistema Super R

Considerando:

Temperatura:

- É o mais utilizado, pois é mais fácil de se medir.

- Parte do princípio de que quanto maior a atividade microbiana, maior será a temperatura do ambiente interno.

- Não é muito preciso, pois além da atividade microbiana, a temperatura é muito influenciada pela aeração do ambiente interno, que é determinada pelas dimensões da composteira e pela granulometria das matérias-primas utilizadas.

A temperatura que o ambiente interno alcança e o tempo em que ela se mantém elevada depende de dois fatores:

- A capacidade de geração de calor → atividade dos microrganismos decompositores.

- A capacidade de manutenção do calor na massa de composto.

Além da inativação térmica, outros fatores podem contribuir para a eliminação/redução dos agentes patogênicos.

- Produção de antibióticos por microrganismos degradadores de matéria orgânica.

- A ocorrência de competição e outros processos ecológicos antagônicos entre a microbiota da compostagem e os agentes patogênicos.

- Decaimento natural da população no ambiente de compostagem, que não é ideal para patógenos entéricos.

- Produção de subprodutos tóxicos, como amônia gasosa.

- Esgotamento de nutrientes.

Considerando:

Emissão de CO<sub>2</sub> ou consumo de O<sub>2</sub>:

- Estão diretamente relacionados com a atividade microbiana e com os efeitos deletérios da reduzida estabilização do composto.

Considerando:

Realização de revolvimentos

#### **Justificativas para a realização de revolvimentos:**

- A temperatura no interior do ambiente pode atingir os valores necessários para eliminar a contaminação biológica, mas a temperatura da camada periférica permanece sempre próxima da temperatura do ambiente → a camada periférica não atinge a temperatura necessária.

- Revolvimentos são necessários para que o composto que está na camada periférica seja transferido para o interior da leira, sendo submetido à ação de temperaturas elevadas.

- Por isto, os revolvimentos devem ser realizados ainda na fase de aquecimento do interior do ambiente.

- A frequência e o intervalo dos revolvimentos devem ser determinados em função de cada caso.

- As normativas sobre compostagem de alguns países estabelecem números mínimos de revolvimento.

Considerando:

Aeração

Considerando:

Inoculação de microrganismos eficientes

A inoculação nada mais é que a introdução de determinadas espécies de microrganismos em um ambiente

Os microrganismos eficientes são seres muito pequenos (fungos e bactérias) que vivem naturalmente em solos férteis e em plantas. Esses microrganismos podem ser utilizados na agricultura e na criação animal. Os microrganismos eficientes são capturados em uma mata (preferencialmente virgem) e, depois disso, ativados com melaço.

Os microrganismos eficientes podem permanecer armazenados até um ano. Não se deve usá-los quando se constata mau cheiro

#### **COMANDOS DADOS**

Crie um projeto, com descrição, cálculos e desenhos, de uma composteira residencial com volume de no máximo 20L, que possa ser utilizadas em residências como apartamentos e quitinetes, a composteira deve ter uma aparência moderna e também deve ter embutido sensores de temperatura, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> e umidade e mecanismos mecânicos de revolvimento interno do composto. e um sistema apropriado para sua automação.

Preciso de um projeto de construção da composteira

Preciso de um algoritmo para automação da composteira

## **RESPOSTAS DO GEMINI**

### **OBJETIVO**

Desenvolver uma composteira residencial compacta, com aparência moderna e sistema de automação, adequada para apartamentos e quitinetes, com capacidade máxima de 20L.

### **CARACTERÍSTICAS**

#### **Volume**

20L

#### **Aparência**

Moderna, com linhas limpas e design minimalista, podendo ser fabricada em aço inox ou plástico ABS.

#### **Sensores**

Temperatura, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> e umidade, com sistema de monitoramento via aplicativo.

#### **Mecanismo de revolvimento**

Sistema mecânico interno, acionado automaticamente por um motor de baixo consumo.

#### **Automação**

Controlador programável para gerenciar o sistema de revolvimento, ventilação e alertas de acordo com as leituras dos sensores.

#### **Ventilação**

Sistema de ventilação passiva ou ativa (com pequeno ventilador) para garantir a aeração do composto.

### **DESENHO**

A composteira deve ter um formato cilíndrico, com tampa hermética e sistema de drenagem para o chorume. Os sensores devem ser instalados em pontos estratégicos no interior da composteira.

### **COMPONENTES**

Recipiente da composteira (aço inox ou plástico ABS)

Tampa hermética

Sistema de drenagem para chorume

Sensores de temperatura, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> e umidade

Motor para o sistema de revolvimento

Controlador programável

Sistema de ventilação (passiva ou ativa)

Fonte de alimentação

Módulo de comunicação Wi-Fi ou Bluetooth

### **CÁLCULOS**

#### **Dimensões**

As dimensões da composteira dependerão do formato escolhido. Para um formato cilíndrico, um diâmetro de 30cm e altura de 40cm resultariam em um volume aproximado de 28L, atendendo a necessidade de 20L.

#### **Consumo de energia**

O consumo de energia dependerá do tipo de motor utilizado para o sistema de revolvimento e do sistema de ventilação. Estima-se um consumo médio de 5W.

#### **SISTEMA DE AUTOMAÇÃO**

**O controlador programável pode ser configurado para:**

- ✓ Revolver o composto: Acionar o motor do sistema de revolvimento em intervalos regulares, de acordo com a fase da compostagem e as leituras dos sensores.
- ✓ Controlar a ventilação: Ativar o sistema de ventilação (se for ativo) quando a temperatura ou o nível de CO<sub>2</sub> estiverem acima do ideal.
- ✓ Enviar alertas: Enviar notificações ao usuário via aplicativo quando for necessário adicionar material seco, úmido, realizar manutenção ou quando o composto estiver pronto.

#### **APLICATIVO**

**O aplicativo permitirá ao usuário:**

- ✓ Monitorar a temperatura, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> e umidade da composteira em tempo real.
- ✓ Receber alertas e notificações.
- ✓ Controlar o sistema de revolvimento e ventilação (se disponível).
- ✓ Acompanhar o histórico de dados da compostagem.

#### **CONSIDERAÇÕES**

##### **Manutenção**

A composteira necessitará de manutenção periódica para limpeza dos sensores, do sistema de drenagem e do recipiente.

##### **Custo**

O custo da composteira dependerá dos materiais utilizados e da complexidade do sistema de automação.

##### **JUSTIFICATIVA**

Esta composteira residencial automatizada oferece uma solução prática e moderna para a compostagem doméstica em apartamentos e quitinetes. A automação do processo e o monitoramento via aplicativo facilitam o gerenciamento da compostagem, mesmo para usuários sem experiência.

O projeto da composteira residencial automatizada apresenta uma série de benefícios e se alinha com as necessidades atuais de gestão de resíduos e sustentabilidade, sendo especialmente relevante para moradores de apartamentos e quitinetes. Contudo a sua implementação contribui para a redução do impacto ambiental, a promoção da segurança alimentar e a conscientização sobre a importância da sustentabilidade.

##### **Importância ambiental**

A compostagem doméstica desvia resíduos orgânicos dos aterros sanitários, diminuindo a emissão de gases de efeito estufa, como o metano, e contribuindo para a redução da poluição do solo e da água. O composto gerado é um excelente adubo orgânico, rico em nutrientes, que pode ser utilizado em hortas, jardins e vasos, promovendo a agricultura urbana e a redução da dependência de fertilizantes químicos.

A compostagem doméstica incentiva a conscientização sobre a importância da separação de resíduos e a responsabilidade individual na gestão ambiental.

##### **Importância social**

A produção de alimentos saudáveis em hortas urbanas, com o uso do composto orgânico, contribui para a segurança alimentar e nutricional, especialmente em áreas urbanas com pouco acesso a alimentos frescos. A compostagem pode ser uma atividade comunitária,

fortalecendo os laços entre vizinhos e promovendo a colaboração em prol da sustentabilidade.

### **Importância para moradores de apartamentos e quitinetes**

O design compacto da composteira permite sua utilização em espaços pequenos, como apartamentos e quitinetes, onde a compostagem tradicional pode ser inviável. A automação do processo de compostagem torna a atividade mais prática e acessível, mesmo para pessoas sem experiência e o sistema fechado da composteira e o monitoramento dos parâmetros de compostagem ajudam a controlar odores e a evitar a proliferação de pragas.

### **INOVAÇÃO E TECNOLOGIA**

A incorporação de sensores e sistema de automação representa um avanço tecnológico na compostagem doméstica, tornando o processo mais eficiente e controlado. O aplicativo oferece ao usuário uma interface intuitiva para acompanhar o processo de compostagem e receber informações em tempo real.

### **POTENCIAL DE MERCADO**

Existe uma crescente conscientização sobre a importância da sustentabilidade, e a compostagem doméstica se apresenta como uma solução acessível e eficaz para a gestão de resíduos orgânicos. O mercado de produtos e serviços relacionados à compostagem doméstica está em expansão, com potencial para atingir um público amplo, incluindo moradores de áreas urbanas com pouco espaço.

### **PROJETO DE CONSTRUÇÃO DA COMPOSTEIRA RESIDENCIAL AUTOMATIZADA**

Este projeto detalha a construção de uma composteira residencial automatizada, com capacidade de 20L, adequada para apartamentos e quitinetes.

#### **MATERIAIS**

##### **Recipiente**

- ✓ Opção 1 (aço inox):\*\* Chapa de aço inox 304, com espessura de 1mm.
- ✓ Opção 2 (plástico ABS):\*\* Chapa de plástico ABS, com espessura de 5mm.

##### **Tampa**

- ✓ Opção 1 (aço inox):\*\* Chapa de aço inox 304, com espessura de 1mm.
- ✓ Opção 2 (plástico ABS):\*\* Chapa de plástico ABS, com espessura de 5mm.

##### **Sistema de drenagem**

- ✓ Tubo de PVC de 1/2 polegada.
- ✓ Tela mosquiteiro.
- ✓ Torneira pequena.

##### **Sensores**

- ✓ Sensor de temperatura DS18B20.
- ✓ Sensor de O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub> SGP30.
- ✓ Sensor de umidade do solo capacitivo.

##### **Motor e mecanismo de revolvimento**

- ✓ Motor de passo NEMA 17.
- ✓ Haste roscada e porcas.
- ✓ Pás para revolvimento (podem ser fabricadas em aço inox ou plástico ABS).

##### **Controlador programável**

- ✓ Placa Arduino Uno ou similar.

##### **Sistema de ventilação**

- ✓ Pequeno ventilador 12V.
- ✓ Tubo de PVC de 1 polegada.

##### **Fonte de alimentação**

Fonte 12V.

##### **Módulo de comunicação**

- ✓ Módulo ESP8266 Wi-Fi.

## **Ferramentas**

- ✓ Serra circular ou serra tico-tico.
- ✓ Furadeira.
- ✓ Parafusadeira.
- ✓ Chave de fenda.
- ✓ Alicate.
- ✓ Ferro de solda (se necessário).

## **INSTRUÇÕES DE MONTAGEM**

### **1. Recipiente**

- Corte as peças do recipiente no formato desejado (cilíndrico ou retangular) de acordo com as dimensões calculadas.
- Una as peças utilizando solda (para aço inox) ou cola específica para plástico ABS.
- Faça furos na parte inferior para a drenagem do chorume.

### **2. Tampa**

- Corte a tampa no mesmo formato do recipiente, com uma pequena folga para facilitar a abertura e fechamento.
- Faça um furo na tampa para a passagem dos fios dos sensores.
- Instale uma vedação de borracha na borda da tampa para garantir a vedação.

### **3. Sistema de drenagem**

- Instale o tubo de PVC na parte inferior do recipiente, conectando-o à torneira.
- Cubra a extremidade interna do tubo com tela mosquiteiro para evitar entupimentos.

### **4. Sensores**

- Instale os sensores em pontos estratégicos no interior do recipiente, garantindo que fiquem em contato com o composto.
- Conecte os sensores à placa Arduino.

### **5. Motor e mecanismo de revolvimento**

- Instale o motor na parte superior da composteira.
- Conecte a haste roscada ao motor e instale as pás para revolvimento na haste.
- Programe o Arduino para controlar o movimento do motor e realizar o revolvimento do composto.

### **6. Sistema de ventilação (opcional)**

- Instale o ventilador na parte superior da composteira.
- Conecte o ventilador à placa Arduino e programe o controle da ventilação de acordo com os parâmetros desejados.

### **7. Controlador programável**

- Conecte todos os sensores, o motor e o ventilador (se utilizado) à placa Arduino.
- Programe o Arduino para controlar o sistema de revolvimento, ventilação e enviar dados para o aplicativo.

### **8. Módulo de comunicação**

- Conecte o módulo ESP8266 à placa Arduino.
- Configure o módulo para comunicação Wi-Fi e desenvolva o aplicativo para monitoramento e controle da composteira.

### **9. Montagem final**

- Fixe a composteira em um local adequado, com acesso à tomada.
- Instale o aplicativo no seu smartphone e conecte-o à composteira via Wi-Fi.

## **Observações**

As dimensões e os materiais podem ser adaptados de acordo com a disponibilidade e as preferências do usuário.

É importante garantir a segurança elétrica durante a montagem e o uso da composteira.

O desenvolvimento do aplicativo requer conhecimento em programação.

Recomenda-se a consulta a um profissional qualificado para a instalação elétrica e a programação do sistema.

```
import time
```

```
import serial
```

```
import requests
```

```
# Configuração da comunicação serial (ajuste de acordo com a sua placa)
```

```
arduino = serial.Serial('/dev/ttyACM0', 9600)
```

```
# Parâmetros da compostagem
```

```
temperatura_ideal = (50, 65)
```

```
O2_minimo = 10
```

```
CO2_maximo = 20
```

```
umidade_ideal = (40, 60)
```

```
tempo_revolvimento = 1800 # 30 minutos
```

```
tempo_ventilacao = 1800 # 30 minutos
```

```
# Variáveis de estado
```

```
estado_revolvimento = False
```

```
estado_ventilacao = False
```

```
tempo_ultima_medicao = 0
```

```
# Função para ler dados do Arduino
```

```
def ler_sensores():
```

```
    arduino.write(b'r') # Enviar comando 'r' para solicitar leitura
```

```
    dados = arduino.readline().decode().strip().split(',')
```

```
    return float(dados[0]), float(dados[1]), float(dados[2]), float(dados[3])
```

```
# Função para enviar dados para um servidor (exemplo)
```

```
def enviar_dados(temperatura, O2, CO2, umidade):
```

```
    url = "https://seu_servidor.com/api/composteira"
```



```
data = {'temperatura': temperatura, 'O2': O2, 'CO2': CO2, 'umidade': umidade}
requests.post(url, data=data)
```

```
# Loop principal
```

```
while True:
```

```
    # Ler sensores
```

```
    temperatura, O2, CO2, umidade = ler_sensores()
```

```
    tempo_atual = time.time()
```

```
    # Controle de temperatura
```

```
    if not temperatura_ideal[0] <= temperatura <= temperatura_ideal[1]:
```

```
        if temperatura < temperatura_ideal[0]:
```

```
            # Aumentar frequência de revolvimento
```

```
            tempo_revolvimento = 1800 # 30 minutos
```

```
            # Enviar alerta: adicionar material seco
```

```
            print("Alerta: Adicionar material seco!")
```

```
        else:
```

```
            # Aumentar frequência de revolvimento
```

```
            tempo_revolvimento = 1800 # 30 minutos
```

```
            # Ativar ventilação
```

```
            estado_ventilacao = True
```

```
            # Enviar alerta: adicionar material úmido
```

```
            print("Alerta: Adicionar material úmido!")
```

```
    # Controle de oxigênio e CO2
```

```
    if O2 < O2_minimo or CO2 > CO2_maximo:
```

```
        # Aumentar frequência de revolvimento
```

```
        tempo_revolvimento = 1800 # 30 minutos
```

```
        # Ativar ventilação
```

```
        estado_ventilacao = True
```

```
        # Enviar alerta: falta de aeração
```

```
print("Alerta: Falta de aeração!")
```

```
# Controle de umidade
```

```
if not umidade_ideal[0] <= umidade <= umidade_ideal[1]:
```

```
    if umidade < umidade_ideal[0]:
```

```
        # Enviar alerta: adicionar material úmido
```

```
        print("Alerta: Adicionar material úmido!")
```

```
    else:
```

```
        # Aumentar frequência de revolvimento
```

```
        tempo_revolvimento = 1800 # 30 minutos
```

```
        # Ativar ventilação
```

```
        estado_ventilacao = True
```

```
        # Enviar alerta: adicionar material seco
```

```
        print("Alerta: Adicionar material seco!")
```

```
# Controle de revolvimento
```

```
if tempo_atual - tempo_ultima_medicao >= tempo_revolvimento:
```

```
    estado_revolvimento = True
```

```
    arduino.write(b'm') # Enviar comando 'm' para ativar motor
```

```
    time.sleep(60) # Tempo de revolvimento (ajuste conforme necessário)
```

```
    arduino.write(b's') # Enviar comando 's' para parar motor
```

```
    estado_revolvimento = False
```

```
    tempo_ultima_medicao = tempo_atual
```

```
# Controle de ventilação
```

```
if estado_ventilacao:
```

```
    arduino.write(b'v') # Enviar comando 'v' para ativar ventilação
```

```
    time.sleep(tempo_ventilacao)
```

```
    arduino.write(b'f') # Enviar comando 'f' para desativar ventilação
```

```
    estado_ventilacao = False
```

```
# Enviar dados para o servidor (exemplo)

enviar_dados(temperatura, O2, CO2, umidade)
```

```
# Aguardar antes da próxima leitura

time.sleep(60)
```

Esse código foi ajustado por mim, com a ajuda da Colab AI lógico, visto que a minha total inexperiência com programação não me permitiria ajustá-lo sozinho.

Outra consideração importante que alguns blocos do algoritmo não puderam ser concluídos, pois não possuía informações de placas Arduino, sensores e servidor.

Por fim, independentemente de qualquer coisa, considero este projeto um grande passo pessoal.