



ESCRITÓRIO DA  
ESCOLA DE  
ENGENHARIA E  
DESIGN

# Planejamento de pátio de compostagem e aceleradores de processo

**Escritório Escola de Engenharia e Design da UFF**

**Aos cuidados de**

**Guilherme Pereira dos Reis Martins**

**Dirlane de Fátima do Carmo – Orientadora**





## Sumário

1. INTRODUÇÃO	3
2. MATERIAIS E MÉTODOS	4
3. RESULTADOS	6
3.1. Planejamento do pátio.	6
3.2. Aceleradores de processo.	13
3.2.1. Vermicompostagem	13
3.2.2. Utilização de micro-organismos eficazes (EM)	14
4. CONCLUSÃO	16
5. BIBLIOGRAFIA	16



## 1. INTRODUÇÃO

A produção de resíduos sólidos é um fator constante na sociedade, fazendo parte do cotidiano das cidades. Todavia, à medida que a população mundial cresce ano a ano, e juntamente dessa tem-se um aumento da urbanização, há como consequência direta destes fatores um maior consumo por parte da população, bem como, por conseguinte, um aumento na geração de resíduos sólidos. Diante disso, uma das principais problemáticas da atualidade fica cada vez mais evidente: a destinação adequada dos resíduos sólidos urbanos.

Os problemas ambientais causados pela disposição inadequada dos resíduos sólidos afetam de forma direta e indireta as condições e qualidade de vida na sociedade, visto que a má gestão do lixo pode resultar na proliferação de micro e macro vetores de doenças, contaminação das águas, solos e ar. À vista disso, é fundamental que os governos e a população tenham um olhar atento a esta conjuntura.

Hoje em dia, já existem disponíveis diversas literaturas que abordam a temática da disposição e possibilidades de uso do resíduo sólido gerado, que evidenciam que o lixo pode e deve ser considerado como fonte de riquezas para a sociedade, visto que o seu reaproveitamento, reuso e reciclagem se fazem cruciais visando tanto a disposição adequada do material, quanto sua utilização como insumos nos processos de desenvolvimento educativo, social e econômico da população.

Deve-se ressaltar que a maior fração dos resíduos sólidos urbanos é composta por resíduos orgânicos. De acordo com SILVA (2017), um estudo realizado pelo técnico de planejamento e pesquisa na Diretoria de Estudos e



Políticas Sociais (Disoc) do Ipea, os resíduos sólidos urbanos no Brasil dispõem de, aproximadamente, 57,41% de resíduos orgânicos, compostos de sobras de alimentos, galhos, frutas e legumes. Sendo assim, faz parte da constituição destes compostos uma matéria que se trabalhada pode se tornar fonte de nutrientes para novas culturas.

Em vista disso, um dos métodos mais antigos e eficientes de aproveitamento dos resíduos orgânicos provenientes do lixo é a técnica conhecida como compostagem. Trata-se de um processo natural de decomposição da matéria orgânica na presença de oxigênio, em que o composto passa por uma biotransformação resultante de um processo de degradação biológica executada pelos micro-organismos nele presente, dentro das condições adequadas para o processo, gerando como produto um húmus, um adubo orgânico rico em nutrientes e de grande valor como forma de beneficiamento do solo e de diversas culturas.

Para mais, as características climáticas do Brasil, juntamente da já mencionada elevada produção diária de resíduos orgânicos nas comunidades, fazem da compostagem um dos processos de maior viabilidade de aplicação em solo brasileiro, oferecendo alta flexibilidade em escala operacional, sendo possível de ser executada em pequena e larga escala, com maquinário ou sem, além de ser uma técnica que não requer conhecimento técnico aprofundado, e que ao final produz uma valiosa fonte de nutrientes para o solo, podendo o produto gerado ser utilizado para demandas pessoais ou até mesmo como uma alternativa econômica de geração renda. Diante disso, diversas empresas apontam no cenário nacional com um intuito de rentabilizar a aplicação da técnica.

O presente trabalho tem por objetivo principal ser um estudo de caso acerca do empreendimento Roda Verde Compostagem Urbana, visando a otimização do seu espaço disponível para a acomodação das leiras de compostagem. Para mais, entendendo que o fator tempo se faz crucial em quaisquer negócios, busca-se,



através de revisão bibliográfica, métodos de aceleração do processo de compostagem e que possam ser aplicáveis no empreendimento em questão.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia aplicada no estudo é de natureza quantitativa e comparativa. Primeiramente, foi realizado o levantamento do referencial teórico no Capes e Google Acadêmico, sem recorte temporal. Foi utilizado como base artigos, dissertações de mestrado e de pós-graduação, livros, manuais, monografias, teses de doutorado, além dos sites da Embrapa e Climate-Data.org.

Em seguida, utilizou-se de cálculos para realizar o planejamento quanto a disposição das leiras de compostagem no espaço hoje disponível no empreendimento, de acordo com orientações de Bosco (2017), Jesus (2010), Manual de Orientação do Ministério do Meio Ambiente (2017), Manual de Dimensionamento e Manejo da Embrapa (2019) e Oliveira e outros (2008). Para o cálculo e dimensionamento das composteiras foram utilizadas as equações abaixo descritas.

Legenda:

$d_{org}$ : Densidade da matéria orgânica

$d_{seco}$ : Densidade da matéria seca

$d$ : Densidade do composto

$V_{org}$ : Densidade da matéria orgânica

$V_{seco}$ : Densidade da matéria seca

$V$ : Volume do composto

$MP$ : Matéria-prima

$B$ : Largura da base maior

$b$ : Largura da base menor

$h$ : altura da pilha

$As$ : Área de seção transversal



C: Comprimento

Ab: Área da base

I. Densidade da matéria orgânica:

$$d_{org} = 3 * d - 2 * d_{seco} \quad (\text{Eq. I})$$

II. Volume de matéria-prima orgânica:

$$V_{org} = \frac{\text{taxa de MP orgânica}}{d_{org}} \quad (\text{Eq. II})$$

III. Volume de matéria-prima seca necessária:

$$V_{seco} = 2 * V_{org} \quad (\text{Eq. III})$$

IV. Volume do composto:

$$V = V_{org} + V_{seco} \quad (\text{Eq. IV})$$

V. Área da seção transversal da pilha:

$$As = \frac{B+b}{2} * h \quad (\text{Eq. V})$$

VI. Comprimento da leira:

$$C = \frac{V}{As} \quad (\text{Eq. VI})$$

I. Largura da base menor da pilha:

$$b = \frac{2*V}{h*C} - B \quad (\text{Eq. VII})$$

Por fim, foram realizadas análises comparativas de métodos disponíveis em literatura de aceleração de compostagem dada as características da matéria-prima utilizada pela Roda Verde Compostagem Urbana, adotando a exclusão de métodos que diverjam da proposta de produção e metodologia da empresa, além da necessidade de alto investimento financeiro.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Planejamento do pátio.

O empreendimento Roda Verde fica localizado na cidade de Niterói, Rio de Janeiro, na Rua Júlio Braga, 142, Itaipu, conforme Figura 1. O espaço físico constitui 24 metros de frente por 30 metros de fundo, totalizando assim uma área de 720m<sup>2</sup>,



conforme demarcação azul da Figura 1. Para a disposição das leiras é reservado hoje uma área de 336m<sup>2</sup>, sendo essa composta por 24 metros de frente e 14 metros de fundo, conforme demarcação amarela da Figura 1.

Ademais, foi passada pela empresa a informação de que, no momento, recebe-se em média 3 toneladas por semanas de resíduo orgânico e que o composto final possui uma densidade aproximada de 500 kg/m<sup>3</sup> - informações levantadas em Cavalcanti (2020). Além disso, a metodologia de operação é a formação de 1 leira em uma semana e na semana seguinte alimentar novamente esta leira com mais matéria orgânica e matéria seca. Sendo assim, temos a montagem final de 1 leira a cada duas semanas.



*Figura 1. Visão aérea do espaço físico da Roda Verde Compostagem Urbana.*

Diante das informações recebidas, foi utilizada uma adaptação do método sugerido pelo Manual de Compostagem do Ministério do Meio Ambiente (2017) para o dimensionamento e acomodação das composteiras. O primeiro parâmetro



analisado refere-se ao formato da leira. As leiras de compostagem possuem diferentes formatos e a escolha do modelo é baseada no clima do período da realização da compostagem.

Niterói possui clima tropical e apresenta uma menor quantidade de chuvas no inverno do que no verão, sendo o mês de agosto o de menor precipitação, com um valor médio estimado de 41mm, e o de janeiro o de maior quantidade, com um valor médio estimado de 147mm, dados do site [climate-data.org](http://climate-data.org). Ao longo do ano, a cidade apresenta uma temperatura média de 23.3 °C. A figura 2 apresenta as informações detalhadas mês a mês.

	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Temperatura média (°C)	26.4	26.6	25.6	24	21.5	20.7	20.1	20.8	21.9	23.2	23.8	25.3
Temperatura mínima (°C)	23.2	23.2	22.8	21.2	18.7	17.6	16.9	17.2	18.3	19.8	20.7	22.3
Temperatura máxima (°C)	30.4	30.9	29.5	27.7	25.3	24.8	24.5	25.7	26.7	27.8	27.7	29.3
Chuva (mm)	147	96	135	87	76	46	50	41	73	86	127	139
Umidade(%)	77%	76%	79%	79%	79%	79%	77%	75%	73%	75%	78%	78%
Dias chuvosos (d)	11	9	11	9	9	6	6	6	8	9	11	11
Horas de sol (h)	9.9	10.0	8.8	8.0	7.3	7.1	7.0	7.4	7.4	7.7	8.0	8.9

Figura 2. Informações climatológicas de Niterói

Fonte: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/rio-de-janeiro/niteroi-1772/>

Diante dos dados apresentados, nota-se que a cidade de Niterói passa a maior parte do ano com baixo volume de precipitações, e, assim sendo, indica-se o uso de leiras de formato prisma trapezoidal. As leiras deste modelo são indicadas para compostagem em clima seco, em função de seu formato ser mais permissivo a entrada de água quando comparado a outros modelos, devido a sua maior área superficial.

Outro fator importante e que influencia a umidade presente na leira é a sua altura. De acordo com Jesus (2010) e Oliveira e outros (2008), a altura da leira deve





ficar entre 1,50 e 1,80 metros. Já segundo o Manual de Orientação do Ministério do Meio Ambiente (2017), a altura da leira deve ser cerca de 1,50 metros. Por fim, o Manual de Dimensionamento e Manejo da Embrapa (2019) sugere que as composteiras devem ter altura útil entre 1,0 e 2,0 metros.

Diante disso, entendendo-se que o espaço reservado para a disposição das leiras não possui cobertura, ficando assim a leira suscetível a chuvas imprevistas, que resultarão em um aumento da umidade na leira, será adotado um valor de 1,60 metros como a altura ideal, inferindo que um valor maior resultaria em uma maior dificuldade para escoamento da água, tendo assim acúmulo de umidade, além de uma maior dificuldade para o reviramento manual da leira. Em contrapartida, um valor menor resultaria em um menor volume de leira, podendo assim não ser mantida a temperatura adequada em seu interior, tendo perda rápida de calor, além de uma diminuição da produção do empreendimento.

Adiante, para a largura da leira será adotado um valor máximo de 2,0 metros para a base maior e 1,70 metros para a base menor, novamente seguindo as orientações de Jesus (2010) e do Manual de Orientação do Ministério do Meio Ambiente (2017), além do objetivo do empreendimento de uma produção em larga escala.

Diante das determinações feitas, e dos dados passados pelo empreendimento, o restante do dimensionamento é feito através das equações descritas em materiais e métodos.

De acordo com Bosco (2017), a matéria de poda de árvore possui um peso específico aproximado de 258kg/m<sup>3</sup>. Utilizando-se da informação passada pela Roda Verde de que a densidade do composto final é de 500kg/m<sup>3</sup>, e sabendo que no método apresentado no MMA (2017) a proporção de matéria seca para matéria orgânica é 2:1, pode-se calcular a densidade da matéria orgânica através da Eq. I.

$$d_{org} = 3 * 500 - 2 * 258 = 984 \text{ kg/m}^3$$



Para fins de cálculo será utilizado o valor de  $1000\text{kg/m}^3$ .

Adiante, calcula-se através da Eq. II o volume de matéria-prima orgânica para 2 semanas de coleta, visto que o empreendimento adota o método de realimentação na semana seguinte a montagem da pilha.

$$V_{org} = \frac{3000*2}{1000} = 6,0 \text{ m}^3 \text{ de MP a cada 2 semanas}$$

Diante disso, pode-se calcular com a Eq. III o volume de matéria-prima seca necessária, adotando método MMA (2017) de 2 partes de matéria seca para 1 parte de matéria orgânica.

$$V_{seco} = 2 * 6 = 12 \text{ m}^3 \text{ de MP a cada 2 semanas}$$

Por fim, calcula-se o volume do composto, sendo esse a junção da matéria orgânica e da matéria seca, através da Eq. IV.

$$V = 6 + 12 = 18 \text{ m}^3$$

A partir das determinações feitas anteriormente de largura das bases da leira, inferior e superior, e da altura útil que a leira deve possuir, calcula-se a área da seção transversal da pilha através da Eq. V.

$$As = \frac{2,0+1,7}{2} * 1,6 = 2,96 \text{ m}^2$$

Diante disso, tendo o volume e o valor da área da seção transversal, é possível, através da Eq. VI, calcular o comprimento que a leira deve possuir.

$$C = \frac{18}{2,96} \approx 6 \text{ m}$$

Assim sendo, tem-se as medidas que a composteira deve possuir em sua realimentação, ou seja, quando a montagem da leira estiver finalizada. Todavia, entendendo-se que a metodologia da empresa é de realimentar a leira na segunda semana, tem-se abaixo os cálculos da leira montada na primeira semana. Nesta situação, deve-se manter as dimensões de comprimento e largura da base maior, visto que a realimentação irá acompanhar a geometria montada.



Além disso, com um menor volume de matéria a ser compostada e mantendo-se as dimensões da base, tem-se, por conseguinte, uma menor altura de leira. Todavia, deve-se atentar para que a altura seja suficiente para manter a temperatura no interior da leira, visto que pilhas pequenas perdem calor rapidamente. De acordo com o Manual de Dimensionamento e Manejo da Embrapa (2019), recomenda-se que a altura mínima seja de 1,0 metro e, portanto, este valor será adotado.

Repetindo o procedimento anterior, primeiro calcula-se o volume de matéria-prima orgânica para 1 semana, utilizando a Eq. I.

$$V_{org} = \frac{3000}{1000} = 3,0 \text{ m}^3 \text{ de MP a cada semana}$$

Em seguida, utilizando a Eq. II e Eq. III, calcula-se o volume de matéria-prima seca necessária para manter a proporção de 2 partes de matéria seca para 1 parte de matéria orgânica, e o volume final do composto, respectivamente.

$$V_{seco} = 2 * 3 = 6 \text{ m}^3 \text{ de MP a cada semana}$$

$$V = 3 + 6 = 9,0 \text{ m}^3$$

Neste ponto, tem-se uma abordagem diferente. Com as determinações de comprimento, altura e base maior, além do volume calculado, calcula-se, utilizando a Eq. VII, a largura da base menor da pilha.

$$b = \frac{2*9}{1*6} - 2 = 1,0 \text{ m}$$

Portanto, a leira montada na primeira semana deve obedecer às dimensões de 6 metros de comprimento por 2 metros de largura em sua base, com 1 metro de altura. Como seu formato é trapezoidal, a base superior, ou base menor, deve apresentar também 1 metro de largura.

Na realimentação da leira, as dimensões da base maior e do comprimento devem ser mantidas em 2 metros e 6 metros, respectivamente. Já sua altura passará para, aproximadamente, 1,6 metros. Este valor é aproximado visto que na



primeira semana já terá se iniciado os processos biológicos dentro da leira, elevando sua temperatura e tendo a evaporação de parte da água presente, e por isso terá ocorrido uma redução de seu tamanho. Para mais, a base menor irá ficar com uma dimensão aproximada de 1,7 metros.

Abaixo, é apresentada a figura 3 com a representação da planta baixa proposta para o dimensionamento do pátio.

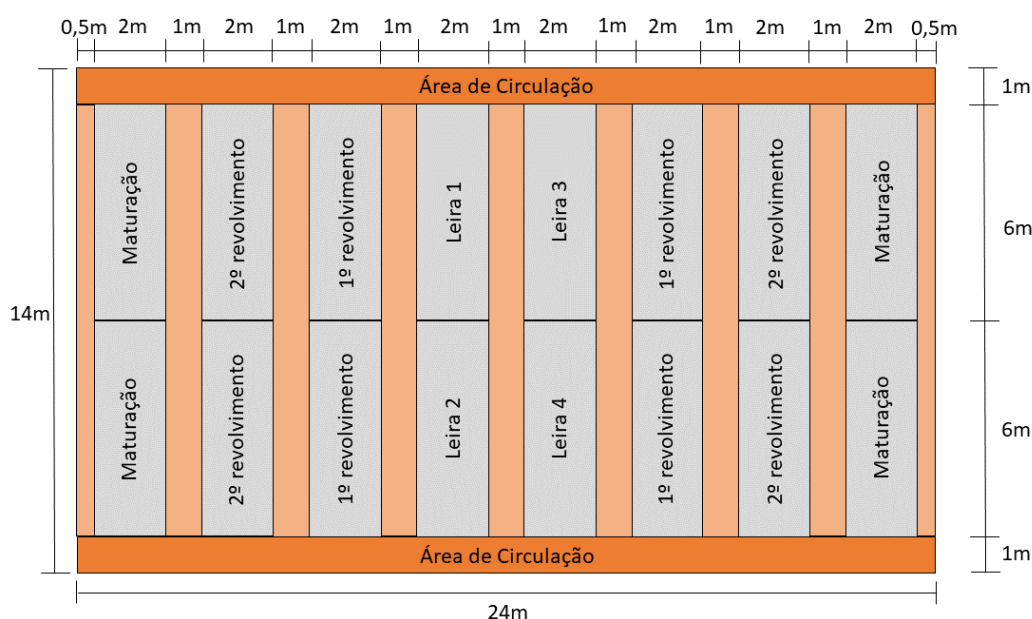


Figura 3. Proposta de Pátio de Compostagem - Roda Verde

Utilizando-se do modelo acima, e adotando a metodologia de realimentação da leira, será possível a montagem de 8 leiras com volume inicial aproximado de  $18\text{m}^3$  em um período de 15 semanas, com 3 revolvimentos, sendo cada um deles realizado entre 28 a 30 dias do revolvimento anterior, ou da montagem da leira. Na 16ª semana a primeira leira montada estará finalizada e uma nova leira será montada no espaço “Leira 1”.

Além disso, entendendo-se que o intuito do empreendimento é aumentar a produção, o pátio proposto tem capacidade de acomodar 16 leiras, no cenário de



montagem de 1 leira por semana. Todavia, apenas é indicado a adoção de 1 leira por semana no momento que o empreendimento conseguir um maior volume de matéria orgânica e matéria seca semanal, sendo esse volume, aproximadamente, o dobro do atual. Cabe ressaltar que para um volume maior que 6m<sup>3</sup> de matéria orgânica e 12m<sup>3</sup> de matéria seca por semana é recomendado um replanejamento do pátio.

### **3.2. Aceleradores de processo.**

Abaixo, são listados 2 métodos de aceleração do processo de compostagem, apresentando suas vantagens e desvantagens.

#### **3.2.1. Vermicompostagem**

A vermicompostagem é uma complementação do modelo original de compostagem. Neste método de aceleração, ao final do processo de compostagem, no período de cura, deve-se realizar a introdução de minhocas no material, no intuito de acelerar a maturação do composto. Normalmente, as minhocas empregadas no processo são as vermelhas-da-califórnia (*Eisenia fetida* e *E. andrei*).

Para aplicação do método, segundo Jesus (2010), quando o processo chegar a fase de maturação do composto, momento este que a leira apresentará uma temperatura menor comparada as fases anteriores, deve-se adicionar cerca de 1 litro de minhocas por metro quadrado de produção. Quando o composto apresentar aspecto de pó de café, momento este que haverá falta de alimento para as minhocas, significa que o processo terminou. O tempo estimado para conclusão segundo Jesus (2010) é de 30 dias. Para realizar a separação das minhocas pode ser empregada a técnica de peneiramento ou até mesmo utilizar de outra fonte de alimento para atrair as minhocas para fora do composto

Além disso, tem-se como vantagens deste método os aumentos de matéria orgânica humificada (ácidos fúlvicos, húmicos e huminas) e da concentração de



nutrientes em comparação a compostagem tradicional. Como desvantagem, tem-se a necessidade de uma maior mão de obra, pois para que as minhocas tenham uma ação efetiva é necessário propiciar um ambiente adequado, com temperaturas entre 20°C e 25°C, umidade de 70 a 85%, pH de 7,0, entrada de ar e uma boa drenagem da leira, de modo que o meio não fique encharcado – de acordo com dados da Embrapa. Sendo assim, se faz necessário que se tenha um controle constante do processo.

### **3.2.2. Utilização de micro-organismos eficazes (EM)**

Os micro-organismos eficazes (EM), ou eficientes, são seres vivos encontrados em solos férteis e plantas, como leveduras (*Saccharomyces*), actinomicetos, bactérias produtoras de ácido láctico (*Lactobacillus* e *Pediococcus*) e as bactérias fotossintéticas. Estes micro-organismos, classificados como regenerativos, possuem elevada importância para a agricultura na melhora das propriedades dos solos, visto que produzem substâncias orgânicas para as culturas e, para além disso, via metabolismo secundário, são capazes de produzir hormônios e vitaminas.

No processo de compostagem, a adição de EM acelera a decomposição da matéria orgânica e, por conseguinte, o tempo do processo, além de ajudar a prevenir maus odores durante o procedimento. Para mais, o produto da compostagem com adição de EM apresenta maior conteúdo de nutrientes e micro-organismos eficazes. De acordo com a Fundação Mokiti Okada (1998), deve-se aplicar 1 litro de EM por m<sup>3</sup> de composto.

O EM pode ser comprado ou produzido. Segundo Bonfim et al. (2011), para a produção deve-se seguir os seguintes passos:

- I. Cozinhar cerca de 700 gramas de arroz puro (sem sal, óleo, etc.);
- II. Posicionar o arroz sobre uma bandeja de plástico, madeira ou calhas de bambu e cobri-lo com uma tela fina, para proteção;



- III. Dispor a bandeja em mata virgem por 10 a 15 dias, de modo a capturar os micro-organismos;
- IV. Realizar a separação: a parcela de arroz com coloração rosa, azul, amarela e laranja estarão com os micro-organismos eficazes regenerativos. A outra parcela, de coloração cinza, marrom e preta devem ser obrigatoriamente descartadas, pois apresentam micro-organismos degenerativos, que favorecem infestações de pragas e doenças.
- V. Após separar a parte com os micro-organismo eficazes, deve-se dividir o produto em 5 garrafas plásticas de 2 litros e adicionar 200ml de melão, para propiciar o crescimento da comunidade microbiana ativa.
- VI. Completar o restante da garrafa com água limpa, sem cloro.
- VII. Fechar a garrafa de modo a se atentar que não haja ar dentro da garrafa, pois a fermentação deve ser anaeróbia. Deixar à sombra por 10 a 20 dias.
- VIII. É necessário fazer a liberação do gás produzido a cada 2 dias.

Após os 20 dias o EM estará pronto para uso. As garrafas de coloração alaranjada e com odor agri-doce podem ser armazenadas por até 1 ano. É importante se atentar a coloração e odor do produto, visto que garrafas que apresentarem odor desagradável devem ser descartadas.

Para o caso de produção de EM, a grande desvantagem gira em torno da mão de obra. Se faz necessário ter o acompanhamento e manutenção das etapas de produção.

**Tabela 1** – Vantagens e desvantagens dos diferentes métodos de aceleração de sistemas de compostagem.

Método	Vantagens	Desvantagens
Vermicompostagem	Tempo de maturação	Mão de obra



	Aumento de matéria orgânica humificada (ácidos fúlvicos, húmicos e huminas)	
	Aumento da concentração de nutrientes em comparação a compostagem tradicional	
<b>Uso de EM</b>	Acelera a decomposição da matéria orgânica	<b>Mão de obra</b>
	Previne maus odores	
	Produto com maior conteúdo de nutrientes e micro-organismos eficazes.	

#### 4. CONCLUSÃO

Conclui-se, portanto, que o empreendimento Roda Verde, dadas as dimensões úteis do pátio, volume de matéria-prima, metodologia adotada no processo de compostagem, recursos financeiros disponíveis e respeitando o que se preconiza nas literaturas, possui a capacidade produtiva atual de compostar 8 pilhas de 18m<sup>3</sup> cada, chegando a um total de 144m<sup>3</sup> de produção. Para mais, cabe destacar que aumentando o volume de matéria-prima coletada, é possível expandir a produção para 16 pilhas de 18m<sup>3</sup>, totalizando 288m<sup>3</sup> de produção.

Quanto aos aceleradores de processo, entendendo-se a condição operacional da empresa, como a limitada mão de obra e baixa capacidade de investimentos em mecanização no momento, infere-se que as melhores opções são aquelas que consigam trazer beneficiamento ao processo e produto através de um baixo investimento, como a vermicompostagem e utilização de micro-organismos eficazes.

Diante disso, sabendo que a compostagem é um processo em que o conhecimento empírico possui elevado destaque, principalmente em pátio





descoberto onde as leiras ficam suscetíveis as condições climáticas, recomenda-se a aplicação dos métodos supracitados em leiras compostadas no mesmo período e posterior avaliação dos resultados, para assim determinar a que melhor se adapta ao procedimento e matéria prima do empreendimento.

## 5. BIBLIOGRAFIA

ABREU, Marcos José de. **Gestão Comunitária de Resíduos Orgânicos: o caso do Projeto Revolução dos Baldinhos (PRB), Capital Social e Agricultura Urbana.** Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC. 2013. 184 p.

BONFIM, F. P. G.; et al. **Caderno dos micro-organismos eficientes (EM): instruções práticas sobre uso ecológico e social do EM.** Viçosa, MG. Universidade Federal de Viçosa. 2011. 32 p.

BOSCO, Tatiane Cristina Dal; et al. **Compostagem e Vermicompostagem de resíduos sólidos.** Blucher. SP. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Compostagem doméstica, comunitária e institucional de resíduos orgânicos: manual de orientação.** Centro de Estudos e Promoção da Agricultura de Grupo, Serviço Social do Comércio. Brasília, DF: MMA, 2017.

CAVALCANTI, Rayan Corrêa. **Implantação de um sistema de coleta e de compostagem de resíduos orgânicos domésticos em Niterói – RJ.** Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 2020. Seropédica, RJ. 56 p.

CLIMATE-DATA.ORG. Clima Niterói (Brasil). Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/rio-de-janeiro/niteroi-1772/>. Acesso em: 26/08/2021

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). **Minhocultura ou vermicompostagem.** Disponível em:



<https://www.embrapa.br/agrobiologia/fazendinha-agroecologica/minhocultura-ou-ver-micompostagem>. Acesso em: 07/09/2021.

FARIAS, Eduardo. **Revolução dos baldinhos: um modelo de gestão comunitária de resíduos orgânicos que promove a agricultura urbana**. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC. 2010. 70 p.

FILHO, Mario Viana Paredes. **Utilização de micro-organismos eficazes (EM) no processo de compostagem**. Alfenas, MG. Universidade Federal de Alfenas. 2013. 63 p.

FREITAS, Ana Vitória Gadelha; et al. **Compostagem acelerada de resíduos orgânicos: análise de caso por meio de uso de equipamento eletromecânico**. X congresso de gestão ambiental. Fortaleza, CE. 2019.

FUNDAÇÃO MOKITI OKADA. **Micro-organismos eficazes (EM) e bokashi na agricultura natural**. Ipeúna, SP, 1998. 30 p.

JESUS, Cláudio Pereira de. **O professor PDE e os desafios da escola pública paranaense**. Vol. II. Castro. 2010.

JUNIOR, Afonso Ferreira de Sousa; et al. **Proposta de tratamento de resíduo orgânico por meio da compostagem – estudo de caso no restaurante universitário da Universidade Federal do Piauí**. XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. João Pessoa, PB. 2016.

LEITÃO, Vicente de Paulo Miranda. **Utilização de um método híbrido de aeração forçada na compostagem em leiras**. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, CE. 2008. 197 p.

NICOLOSO, Rodrigo da Silveira; BARROS, Evandro Carlos. **Manual de dimensionamento e manejo de unidades de compostagem de animais mortos para granjas de suínos e aves**. EMBRAPA. Documentos 203. Concórdia, SC. 2019.



ESCRITÓRIO DA  
ESCOLA DE  
ENGENHARIA E  
DESIGN

OLIVEIRA, Emídio Cantídio Almeida de; GARCEZ, Tiago B.; SARTORI, Raul Henrique. **Compostagem**. Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP. 2008. 19 p.

PIRES, Adriano Borges. **Análise de Viabilidade Econômica de um Sistema de Compostagem Acelerada para Resíduos Sólidos Urbanos**. Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, RS. 2011. 63 p.

SILVA, Sandro Pereira. **A organização coletiva de catadores de material reciclável no Brasil: dilemas e potencialidades sob a ótica de economia solidária**. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Rio de Janeiro, RJ. 2017. 56 p.

VILELA, Nathane Manuelle Silva. **Comparação dos métodos de compostagem por leiras estáticas aeradas e por reviramento no tratamento da fração orgânica de resíduos sólidos urbanos**. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG. 2019. 93 p.