

Compostagem

GUIA PRÁTICO DE REVISÃO E PRODUÇÃO



UNIEDUSUL
EDITORA

Emmanoella Costa Guaraná Araujo
Kyvia Pontes Teixeira das Chagas
Tarcila Rosa da Silva Lins
Lúcia de Fatima de Carvalho Chaves

EMMNAOELLA COSTA GUARANÁ ARAUJO
KYVIA PONTES TEIXEIRA DAS CHAGAS
TARCILA ROSA DA SILVA LINS
LÚCIA DE FÁTIMA DE CARVALHO CHAVES

**COMPOSTAGEM: GUIA PRÁTICO DE
REVISÃO E PRODUÇÃO**



2020

2020 Uniedusul Editora

Copyright da Uniedusul Editora
Editor Chefe: Prof^o Me. Wellington Junior Jorge
Diagramação e Edição de Arte: André Oliveira Vaz
Revisão: O/s autor/es

Conselho Editorial

Adriana Mello
Alexandre Ant3nio Timbane
Aline Rodrigues Alves Rocha
Angelo Ferreira Monteiro
Carlos Antonio dos Santos
Cecilio Argolo Junior
Cleverson Gonçaves dos Santos
Delton Aparecido Felipe
F3bio Oliveira Vaz
Gilmara Belmiro da Silva
Izaque Pereira de Souza
Jos3 Antonio
Kelly Jackelini Jorge
Lucas Araujo Chagas
Marcio Antonio Jorge da Silva
Ricardo Jorge Silveira Gomes
Sandra Cristiane Rigatto
Thiago Coelho Silveira
Wilton Fl3vio Camoleze Augusto
Yohans De Oliveira Esteves

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

C737 Compostagem [recurso eletrônico] : guia prático de revisão e produção / Organizadoras Emmanoella Costa Guaraná Araujo... [et al.]. – Maring3, PR: Uniedusul, 2020.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-86010-17-6

1. Adubos compostos. 2. Compostagem. 3. Residuos orgânicos como fertilizantes. I. Araujo, Emmanoella Costa Guaraná. II. Chagas, Kyvia Pontes Teixeira das. III. Lins, Tarcila Rosa da Silva. IV. Chaves, Lúcia de Fátima de Carvalho.

CDD 631.875

Elaborado por Maurício Amorino Júnior – CRB6/2422

DOI: 10.29327/514968

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

Permitido fazer download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.uniedusul.com.br

APRESENTAÇÃO

O livro “Compostagem: guia prático de revisão e produção”, apresentado em forma de uma cartilha, é direcionado ao melhor entendimento sobre o processo de degradação da matéria orgânica para a produção de compostos que podem ser utilizados para a nutrição de plantas. As autoras conceberam este manual com o intuito de proporcionar conhecimentos de métodos básicos de melhor destino de resíduos orgânicos, urbanos ou agroindustriais.

A maneira lúdica de tratar o tema por meio de animações facilita a propagação do conhecimento. Assim sendo, aqueles que anseiam aprender sobre o processo de compostagem irão encontrar neste livro um verdadeiro passo a passo autoexplicativo para a construção de composteiras caseiras, sempre acompanhados sobre os questionamentos básicos da sociedade em relação ao destino e reuso dos resíduos orgânicos. Além disso, estes questionamentos estão respondidos com bases científicas que esclarecem a funcionalidade do processo natural de decomposição da matéria orgânica. Portanto, tal estrutura propicia o uso deste livro nos cursos baseados nas ciências agrárias e ambientais.

Aproveito, também, para agradecer o convite e oportunidade de realizar a apresentação deste livro. Que esta obra sirva como alicerce para a construção do conhecimento sobre os ciclos naturais, tal como propagou Lavoisier, em 1785: “na natureza nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”.

Às amigas autoras deste material, em especial à professora Dra. Lúcia Chaves, com a qual pude aprender sobre microbiologia florestal e os processos naturais de ciclagem de nutrientes, deixo minha profunda admiração pelas trajetórias profissionais e dedicação para com as ciências florestais.

Reitero, por fim, que a leitura desta obra proporciona observar a relação homem-natureza de uma forma mais clara e objetiva, buscando maneiras de divulgação de maneiras de redução de resíduos mal destinados em ambientes urbanos e produção de compostos naturais que reduzam o uso de compostos químicos nos sistemas de produção agrícolas e florestais; contribuindo, portanto, para uma melhor qualidade de vida para todos.

Thiago Cardoso Silva
Mestre em Ciências Florestais

AGRADECIMENTOS

À Prof.^a Dr.^a Lúcia Chaves, pelas correções, contribuições intelectuais e o tempo dedicado, que foram fundamentais para a realização deste trabalho.

Ao desenhista Caio Lima e a colorista Aline dos Santos, pela criação da capa e das personagens utilizadas nesta obra.

Ao M.e. Thiago Cardoso, pela revisão textual, apoio e incentivo durante o processo de escrita.

Ao site www.stock.adobe.com/br, pela disponibilização gratuita das imagens.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 IMPACTOS CAUSADOS PELO DESCARTE INADE- QUADO DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS	14
3 DEFINIÇÕES.....	17
4 BENEFÍCIOS DO USO DA COMPOSTAGEM	20
5 TIPOS DE USO	25
6 COMO CONSTRUIR UMA COMPOSTEIRA	30
6.1 VERMICOMPOSTAGEM	30
6.2 COMPOSTAGEM POR MICRORGANISMOS	35
6.3 PASSO A PASSO DE COMPOSTEIRAS QUE PODEM SER CONSTRUÍDAS EM ESCOLAS E RESIDÊNCIAS.....	37
6.3.1 Super R	37
6.3.2 Composteira com garrafa PET	41
7 TIPOS DE RESÍDUOS QUE PODEM OU NÃO SER UTILIZADOS NA COMPOSTAGEM	43
8 COMO SE DÁ O PROCESSO DENTRO DA COMPOS- TEIRA.....	50
9 USINAGEM E TRIAGEM	54
10 BIODIGESTORES.....	57
11 RECOMENDAÇÕES	63
12 CONSIDERAÇÕES FINAIS	65
REFERÊNCIAS.....	66

E aí galera! Eu sou o **Wormerson**, e esse aqui é o meu amigo **Garbáginho**. Eu tenho uma missão para cumprir, mas preciso da ajuda de vocês!



Eu tenho muito lixo orgânico acumulado e não sei o que fazer com ele. O Wormerson me falou de uma tal de compostagem, mas eu não faço ideia do que seja.

E vocês, sabem o que
é compostagem? Eu
posso explicar para
todos vocês.



Vamos entender o que é o
processo, como podemos
fazer uma composteira e
quais os benefícios que ela
pode trazer para o meio
ambiente?

Os sistemas agrícolas, industriais e domésticos geram grandes volumes de resíduos orgânicos, que ao serem acumulados, contribuem para o aumento do impacto ambiental negativo. Os depósitos que recebem esses resíduos, no geral, não possuem tratamento de solo ou drenagem do chorume, o que culmina no aumento de vetores de doenças e contaminação das águas subterrâneas. Em casos isolados, como em aterros sanitários, existe uma triagem dos resíduos, impermeabilização do solo e coleta do chorume.

Uma das alternativas de reutilização dos resíduos orgânicos é o processo de compostagem, que nada mais é do que a reciclagem da matéria orgânica que outrora seria descartada de maneira inadequada, contribuindo com a poluição dos ecossistemas (FIGUEIREDO et al., 2019). Assim, ocorre um processo biológico aeróbio onde o material é decomposto, formando um produto que pode ser utilizado tanto em produções agrícolas, quanto nas residências, ressignificando resíduos de comida, poda, dejetos de animais, entre outros.

Além da compostagem, outra forma de destinação para os resíduos se dá por meio do biodigestor, no qual a decomposição ocorre num processo sem a presença de oxigênio, ou seja, anaeróbia. Neste método, existe a possibilidade de utilizar resíduos que outrora não seriam reaproveitados na compostagem, com por exemplo dejetos de animais, lodo de esgoto e efluentes industriais.

O processo de decomposição pode gerar dois tipos de produtos: o composto sólido e o líquido. Ambos os produtos podem ser utilizados para a adubação em hortas domésticas e jardins, além da produção de alimentos em larga escala, desenvolvimento de florestas plantadas, substratos e recuperação de solos degradados, podendo ser uma fonte alternativa de geração de renda (SANTANA FILHO et al., 2018). Neste sentido, além de reaproveitar o material orgânico, os compostos contribuem para redução no uso de fertilizantes sintéticos e consumo de contaminantes (MEGGYES; NAGY, 2012; SARWAR et al., 2017).

A produção do biofertilizante pode ocorrer de duas formas: compostagem e vermicompostagem. Na compostagem, a decomposição se dá por meio da atuação de microrganismos, incluindo bactérias, fungos e actinomicetos; enquanto na vermicompostagem, o processo ocorre

com a participação das minhocas, que digerem o material orgânico, aumentam a aeração do solo, aceleram a decomposição e reduzem a quantidade de metais pesados (MOHEE; SOOBHANY, 2014).

Embora o tema seja bastante difundido, é difícil encontrar um bom material de revisão que contemple todo processo de produção de composto orgânico e composteira. Assim, o objetivo desta cartilha é abordar os principais pontos de forma clara e objetiva, apresentando o conteúdo como um manual prático.

Vocês sabiam que
o lixo orgânico não
pode ser
descartado de
qualquer jeito?



É mesmo? O que
pode acontecer de
tão ruim?



2 IMPACTOS CAUSADOS PELO DESCARTE INADEQUADO DOS RESÍDUOS ORGÂNICOS

Apesar de apresentar alta taxa de decomposição, quando comparada com outros resíduos sólidos, a matéria orgânica descartada inadequadamente também pode trazer prejuízos ao meio ambiente. Esta fração passa naturalmente por um processo de decomposição microbiana, sendo de extrema importância sua separação dos demais resíduos, além de causar o risco de poluição dos solos, água e ar.

A produção do chorume é a principal causa de poluição por parte deste tipo de material, por se tratar de uma substância líquida, malcheirosa, com composição variável e cor turva. Esse líquido lixivia, atingindo as camadas mais internas dos solos, podendo chegar aos lençóis freáticos, contaminando também as águas.

O chorume é formado a partir da decomposição dos resíduos que são lixiviados, sendo sua composição dependente do resíduo de origem (RENOU et al., 2008). Pode ser um material altamente poluente, quando descartado de forma inadequada, no entanto, quando tratado corretamente, serve como biofertilizante orgânico para

uma agricultura sustentável (CRUZ et al., 2019). Além da poluição, a gestão inadequada dos resíduos pode contribuir para proliferação de doenças, bem como gerar prejuízos econômicos com a redução do turismo local.

Assim, a triagem da fração orgânica dos descartes ou coleta do chorume são indispensáveis para redução da poluição ambiental. Com isso, a produção de compostos orgânicos para adubação de plantas, por exemplo, é uma estratégia eficaz para reutilização do produto.

Viram só? Tudo isso pode acontecer por causa do descarte errado dos resíduos orgânicos. Agora vamos aprender o que é a compostagem e o que ela pode trazer de benefícios para nós.



O que é compostagem?

A compostagem é um processo de oxidação biológica, com a presença de oxigênio e liberação de energia, que ocorre em substratos de composição heterogênea e sólida. Nesse processo ocorre, principalmente, a produção de matéria orgânica estável, mas também há a liberação de substâncias minerais e água (Figura 1).

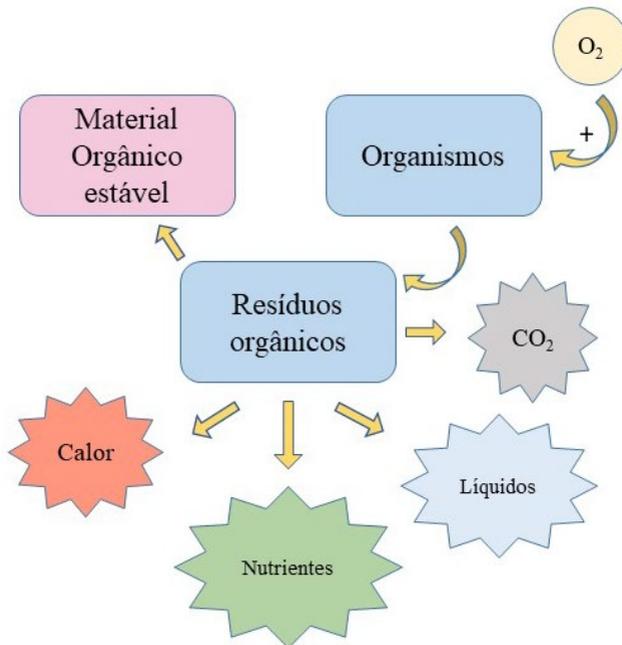


Figura 1. Esquema simplificado de como ocorre o processo de compostagem.

A principal finalidade desse método é contribuir para a melhoria da qualidade de vida da população, por meio de uma prática ecológica e sustentável (SOUSA et al., 2017). A compostagem pode ser feita tanto em escala industrial quanto doméstica. Nos dias de hoje, já é um costume comum a separação dos lixos orgânico e reciclável, bem como utilização dos orgânicos para a produção de fertilizantes naturais por meio da compostagem. A principal vantagem dessa prática, em pequena escala, quando comparada com a industrial, é que não há necessidade de maiores custos com transporte nem com a triagem do material (FIGUEIREDO et al., 2019).

Apesar de ser um sistema muito difundido em programas de educação ambiental, existem poucos estudos científicos para dar embasamento para este tema. Além disso, a popularização do procedimento faz com que novos tipos de composteiras sejam criadas, dificultando mais ainda para acompanhamento por especialistas (ANDERSEN; BOLDRIN; SCHEUTZ, 2011).

A composição do resíduo orgânico também influencia no tipo de microrganismo que irá atuar no processo. Quanto mais variados os tipos de resíduos, maior será a diversidade de organismos presentes, o que vai depender

do tipo de inoculante que vai ser adicionado ao material em decomposição, e que pode ser referente ao próprio solo, horta ou cama de animais, por exemplo (OLIVEIRA; FERNANDES, 2018).

4 BENEFÍCIOS DO USO DA COMPOSTAGEM

A destinação adequada para os resíduos orgânicos é o principal ponto positivo, podendo utilizar diversos tipos de substratos. Em maior escala, os resíduos de suinocultura, resíduos de indústria madeireira e o tratamento da rede de esgoto para a obtenção de biossólidos, por exemplo, podem ser aplicados para esta finalidade (SOUSA et al., 2017). Em menor escala, como em residências, pode-se utilizar principalmente os restos de alimentos, cascas de frutas e verduras.

Contudo, além da redução de rejeitos orgânicos, o produto da compostagem traz benefícios principalmente para as plantas. Ele fornece micro e macronutrientes, aumentam a capacidade de troca de cátions (CTC) do seu substrato, além de ajudar na uniformidade do estabelecimento de plântulas (MARQUES et al., 2018).

Nitrogênio, fósforo e potássio são três nutrientes requeridos pelas plantas em grandes quantidades, por isso são considerados macronutrientes. Entretanto, esses nutrientes não estão muito disponíveis no solo, sendo necessária a adubação para suprir essa necessidade. Como

o Brasil tem uma grande área rural, faz-se necessário maior investimento em insumos agrícolas.

Esse fertilizante natural pode servir para aplicação nas culturas agrícolas. Devido à riqueza de nutrientes que o produto da compostagem oferece para a agricultura, esta é hoje uma das formas mais eficientes para reduzir custos com a adubação. Nas residências, o composto orgânico pode ser aplicado em hortas e jardins, ajudando a melhorar as características do solo e substituindo a aplicação de fertilizantes químicos (ANDERSEN et al., 2011; FIGUEIREDO et al., 2019; SOUSA et al., 2017), favorecendo os agricultores, principalmente os pequenos produtores.

A produção do composto corrobora com a economia por parte do produtor, visto que, ao mesmo tempo que ele reduz os gastos com fertilizantes químicos, também poderá ter uma renda extra, caso o biofertilizante seja produzido em quantidades suficientes para uso próprio e o excedente possa ser comercializado para outros pequenos produtores (SOUSA et al., 2017). A produção dos compostos e de minhocas também pode se tornar rentável para o produtor. No caso das indústrias, o “marketing

verde” também pode contribuir para sua imagem de mercado.

A principal vantagem de adotar essa técnica nas residências é a redução do volume de lixo transportado pela coleta seletiva, gerando uma redução de custos para os órgãos responsáveis pelo saneamento dos municípios. Conseqüentemente, haverá uma redução do uso de espaços nos aterros sanitários, pois a compostagem reduz cerca de 50% dos resíduos que seriam destinados a eles, aumentando o tempo de vida útil dos aterros (ANDERSEN et al., 2011; CEMPRE, 2018).

Além disso, outro ponto importante é que, com a utilização dos resíduos orgânicos para a compostagem, não haverá o acúmulo desse material nas residências nos dias em que não ocorre o recolhimento pela coleta seletiva. Isso ajuda a evitar problemas de saúde pública, pois diminui as chances de atrair animais intitulados como pragas urbanas que possam transmitir doenças, como ratos e insetos. O processo de compostagem é tão eficiente que os microrganismos têm a capacidade de reduzir o tamanho do material empilhado (pilha) em, aproximadamente, metade do seu volume inicial (FIGUEIREDO et al., 2019).

Devido às altas temperaturas alcançadas no interior da composteira, os propágulos de patógenos são eliminados. Isso favorece a esterilização do solo e evita a transmissão de pragas e doenças que podem causar danos para os vegetais. É um processo ambientalmente seguro, ou seja, a sua prática não causará problemas a quem está manuseando, e sem impactos negativos para o meio ambiente (CEMPRE, 2018).

Apesar dos benefícios que a compostagem propicia às residências, não deve ser vista como a única maneira para gerenciar todos os resíduos sólidos orgânicos de um local. Esse sistema se mostra como uma alternativa mais sustentável e de baixo custo, complementando a administração dos rejeitos orgânicos (ANDERSEN; BOLDRIN; SCHEUTZ, 2011).

Tem outra coisa muito legal!
A compostagem também
pode ser feita na sua casa! A
composteira pode ser
construída em escala
industrial ou residencial.



O modelo e o tamanho da composteira podem variar em diversos aspectos, principalmente conforme o espaço e a necessidade do produtor e/ou consumidor (COSTA et al., 2005; PAIVA et al., 2012; SALVARO et al., 2007). As composteiras podem ser de pequeno ou grande porte, e sua classificação está diretamente relacionada aos componentes que são utilizados para a realização do processo (ISMAEL, 2013).

A composteira doméstica é um dos tipos mais comumente utilizados, ideal para a confecção em um pequeno espaço externo em casa, e até mesmo em ambientes do apartamento (SILVA et al., 2019; WANGEN; FREITAS, 2010). Segundo Vich et al. (2017), esse tipo é classificado como de pequeno porte e pode ser construído com a utilização de caixas de plástico ou baldes. Essa forma de compostagem é mais direcionada para a redução direta do descarte dos resíduos domésticos (AQUINO, 2005; WANGEN; FREITAS, 2010).

Dependendo do tamanho, as composteiras podem ser construídas tanto em recipientes quanto diretamente

no solo. Os fatores que vão determinar isto são o espaço físico disponível, a demanda por composto e a quantidade de resíduo gerado (WANGEN; FREITAS, 2010). Assim, existem as composteiras comerciais, às quais são consideradas de grande porte e atendem principalmente ao uso de fazendeiros e produtores (GOMES et al., 2018).

Como em propriedades rurais a quantidade de resíduos agrícolas é alta, os produtores necessitam de um espaço maior e de um processo mais eficiente. Dessa maneira, existem dois tipos de composteiras de grande porte que podem atender essa demanda: a manual, que é confeccionada em leiras diretamente no solo; e a automática, que possui um local adequado e eficiente para a realização do sistema de automação (VALENTE et al., 2017).

No geral, o processo de compostagem é simples, acessível e consiste basicamente na junção de resíduos orgânicos e substratos (Figura 2). É necessário também que o local possua uma boa incidência de luz e receba água, além de possibilitar o revolvimento do composto, para que seja oxigenado (GOMES et al., 2018; OLIVEIRA et al., 2005).



Figura 2. Esquema simplificado do processo de compostagem.

A compostagem pode ser feita com ou sem a presença de anelídeos (minhocas). Esses seres vivos invertebrados promovem um processo e apresentam resultados diferentes, com o húmus sendo o principal subproduto (CORRÊA et al., 2007; LOUREIRO et al., 2007).

Quanto aos cuidados com a composteira, a manutenção é básica e simples. O maior cuidado que se deve ter é acompanhar os registros de temperatura do composto, pois durante as reações de digestão os resíduos atingem temperaturas elevadas. No final da primeira se-

mana, o ideal é que a temperatura permaneça em torno de 50 °C a 60 °C e só volte a resfriar para a temperatura ambiente quando o material estiver decomposto (fase de maturação). Caso sejam utilizadas as minhocas, a temperatura do composto precisa ficar em uma temperatura mais amena, acima de 15 °C e abaixo de 30 °C.

Outro aspecto importante é a umidade relativa da pilha, que deve ficar em torno de 50%. Uma maneira mais simples de conferir a umidade é apertar parte do composto na mão. Se ao apertar as mãos ficarem apenas úmidas, é provável que o composto se encontre dentro da faixa adequada de umidade. Caso as mãos fiquem secas ou molhadas, é um indício de que são necessários ajustes nesse quesito. Pode-se reduzir a umidade da pilha por meio do revolvimento do material, ajudando na secagem e na aeração para aumentar a quantidade de oxigênio e tornar o processo mais eficiente.

Ah, mas eu consigo
fazer uma
composteira na minha
casa? É que eu não
tenho muita grana...

Pode sim! Dá para fazer
com garrafa pet, balde de
plástico, galão de água...
Todos esses materiais
que são de baixo custo e
todo mundo pode ter em
casa!



6 COMO CONSTRUIR UMA COMPOSTEIRA



Existem diversas maneiras de construir uma composteira, tudo vai depender da finalidade com que é pretendido construí-la. Além dos materiais e dos resíduos que se têm disponíveis para utilizar, bem como o espaço físico para a instalação (RODRIGUES et al., 2019).

A composteira é um reservatório que pode ser construído utilizando diversos recipientes, como: barril, tonel, tijolos, madeira, entre outros. O importante é ser um reservatório que possua algumas características, sendo as principais: tampa de cobertura, para evitar o efeito negativo da chuva; e orifício de abertura no fundo do recipiente, o qual irá possibilitar a eliminação do líquido excedente (MONTEIRO, 2016; OLIVEIRA et al., 2004).

6.1 VERMICOMPOSTAGEM

Para a construção pelo método da vermicompostagem (Figura 3), são necessários alguns materiais básicos, como: três caixas plásticas, em que duas terão furos no fundo para a função de digestoras, e uma coletora do cho-

rume com furo na lateral, para encaixar a torneira; uma torneira; húmus de minhoca e esterco para forrar a caixa digestora do meio; serragem, para servir de substrato de mistura dos resíduos orgânicos; e minhocas californianas (OLIVEIRA; FERNANDES, 2018). As minhocas californianas podem ser obtidas em lojas ou sites de compras específicos, como também por meio de contato direto com produtores especializados.

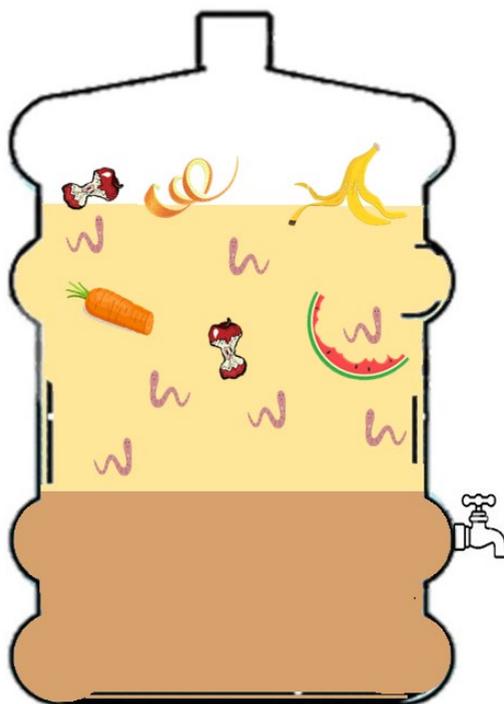


Figura 3. Esquema de produção de composto orgânico por vermicompostagem.

Para melhorar o desempenho e ergonomia da composteira, outros itens podem ser adicionados, como (ISMAEL et al., 2013):

- um suporte para colocar embaixo da base, e assim a torneira fique acessível para esvaziamento;
- substrato seco, o qual pode ser adicionado ao lixo orgânico para ser digerido;
- recipientes para armazenamento separado dos resíduos que irão ser utilizados, bem como para coleta orgânica doméstica;
- recipientes para o armazenamento dos resíduos que com o tempo serão removidos do processo, como o adubo líquido; e
- ferramentas de jardinagem, como garfos para a movimentação do material utilizado.

Após ter em mãos todos os itens necessários, a próxima etapa é analisar o local aonde a composteira será instalada. É importante que o local possua circulação de ar e que não esteja sob efeitos diretos do sol e da chuva.

A ordem dos recipientes deve ser sempre a mesma, onde o recipiente coletor, com a torneira, fica mais próximo ao chão e os outros dois digestores ficam um em cima do outro, e por cima do coletor (OLIVEIRA; FERNANDES, 2018).

O material com a função de substrato, ou seja, o húmus e o esterco, deve ser espalhado no fundo da caixa digestora do meio, essa forragem serve para assegurar que nenhuma minhoca caia da caixa de cima para o ambiente que é inadequado para a sua atividade. A caixa digestora de cima deve ter o composto orgânico espalhado pelo fundo, que em seguida deverá ser umedecido com água (GONÇALVES; BOSCO, 2017).

Após essas etapas, as minhocas devem ser inseridas no sistema, sendo apenas colocadas sobre o substrato, não sendo necessário enterrá-las (GONÇALVES; BOSCO, 2017). A parte final consiste em tampar a caixa, começar a inserir resíduos orgânicos e esperar para que o processo se inicie e tenha resultados (BRASIL, 2017).

Os principais cuidados que se deve ter é com a manutenção, por meio da inserção apenas de resíduos que podem ser utilizados no sistema e o acompanhamento do andamento da composteira. O monitoramento é basi-

camente referente à quantidade de composto produzido. Quando a caixa de cima encher é o momento de trocá-la de posição com a caixa do meio, sem necessidade de movimentar as minhocas. Outro cuidado é com o chorume, o qual deve ser verificado periodicamente e removido, sempre que possível.

O composto gerado pelas minhocas pode ser coletado de uma maneira muito simples, bastando remover a caixa do meio e colocá-la para receber radiação solar. O aumento da temperatura vai fazer com que as minhocas desçam para a extremidade inferior da caixa, possibilitando que a parte superior do húmus seja raspada e transferida para outro local (OLIVEIRA et al., 2004). Não se deve remover todo o húmus presente, sendo importante lembrar que existem minhocas no recipiente e que elas precisam de alimento para sobreviver.

A utilização do húmus produzido é ampla e muito fácil, servindo para adubar jardim e hortas, tanto em pequenos recipientes quanto em maiores. Além disso, pode ser combinado com areia e outros substratos, conforme a necessidade da espécie que virá a ser adubada (SILVA et al., 2019).

6.2 COMPOSTAGEM POR MICRORGANISMOS

A produção da compostagem sem a ação de anelídeos pode ser realizada de diversas formas, de acordo com a oferta de resíduos e finalidade. Um detalhe sobre esse tipo de compostagem é que como apenas os microrganismos estão agindo no composto a digestão dos resíduos ocorre de maneira mais demorada. Esse método é o mais recomendado para pessoas que moram em ambientes fechados e/ou possuem pouco espaço físico para essa atividade. De maneira geral, a maior diferença deste tipo de compostagem para o anterior é que, por não existir a atividade das minhocas, é necessária uma intervenção antrópica na movimentação do composto, ou seja, o produtor terá que mexer e revolver o composto sempre que necessário (BRASIL, 2017).

A estrutura física segue a mesma utilizada para a vermicompostagem, podendo ser construída utilizando baldes, garrafas ou caixas de plástico (Figura 4), desde que todas possuam as mesmas dimensões (RODRIGUES et al., 2019). De maneira geral, a composteira pode ser construída com diversos materiais, o importante é que o recipiente tenha a parte superior larga para facilitar o manejo, além de uma tampa bem vedada, que impeça a entrada de moscas, por exemplo.

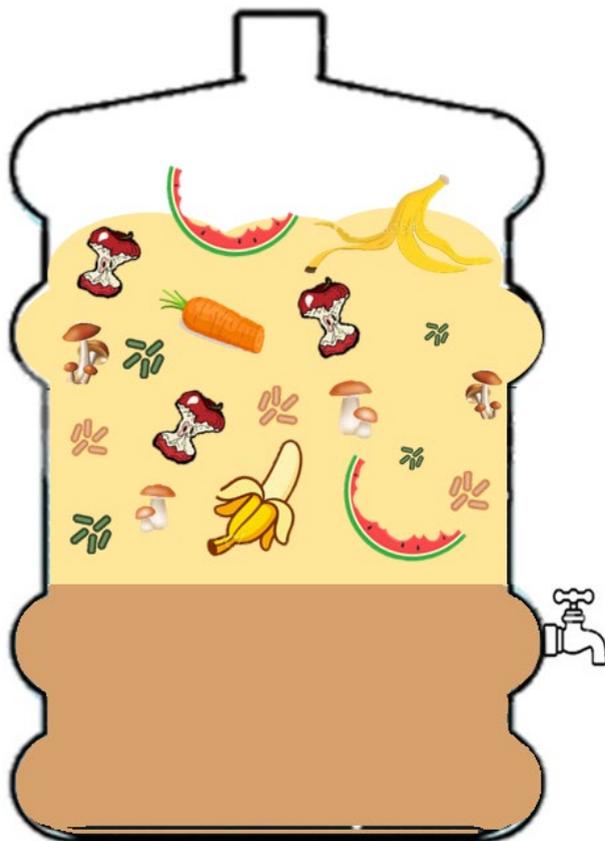


Figura 4. Produção de composto orgânico por meio da compostagem por microrganismos.

Os recipientes devem ser lavados para remover qualquer impureza. Após esse passo, devem ser furados e forrados com substrato, sendo utilizado tanto substrato úmido quanto o seco, além dos resíduos orgânicos que devem ser incorporados (MONTEIRO, 2016).

6.3 PASSO A PASSO DE COMPOSTEIRAS QUE PODEM SER CONSTRUÍDAS EM ESCOLAS E RESIDÊNCIAS

6.3.1 Super R

A Super R é adequada para a construção em residências e escolas, cujo passo a passo da construção foi divulgado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2017). Nesse sistema, a compostagem se dá em recipientes fechados, mas com pequenos orifícios nas laterais que permitem a entrada de oxigênio. Isso ajuda a evitar o risco de o material em decomposição atrair ratos e insetos, pois esses animais são sempre atraídos pela presença de restos de alimentos.

Materiais: três recipientes plásticos que possibilitem o empilhamento dos resíduos, como bombas de armazenar água; uma torneira de PVC; furadeira; e resíduos orgânicos frescos, serragem, palha e inoculante (composto).

Modo de preparo: Um dos três recipientes funcionará como coletor do fertilizante líquido, sendo assim ele será posicionado na base. Nela será encaixada a parte inferior da torneira de PVC. No recipiente que ficará no topo, serão feitos alguns pequenos orifícios, facilitando

a entrada de oxigênio. Nos outros dois recipientes também serão feitos furos laterais, porém no menor tamanho possível, visando evitar a entrada de insetos. No fundo dos dois recipientes que ficarão sobre a base, devem ser abertos orifícios de até 3,0 cm de diâmetro para a passagem do composto líquido até o recipiente de base. Uma das tampas deve receber cinco furos de 3,0 cm de diâmetro e a tampa superior, localizada no primeiro recipiente, não deverá ser furada, para que não entre água da chuva.

A montagem da pilha deve ocorrer no fundo do recipiente do meio, o qual será forrado com uma camada de aproximadamente 5,0 cm de serragem e adubo, com o objetivo de retardar a passagem do líquido para o recipiente de base, agindo como um filtro. Em seguida, as camadas são colocadas, de maneira a forrar as laterais desse recipiente. Na etapa seguinte, são adicionados os componentes serragem, adubo, resíduos orgânicos, outra camada de adubo, serragem e palha, folhas ou grama, obedecendo essa ordem.

Quando for adicionar mais resíduos orgânicos, esta última camada é afastada para as laterais, formando um novo forro para a parede lateral. Os novos resíduos são revolvidos para serem misturados aos anteriores e

por fim, uma nova camada de serragem e palha, folhas ou grama é adicionada (Figura 5).

Quando o recipiente do meio estiver completamente cheio, o recipiente do topo pode ser adicionado e preenchido da mesma maneira. Após um período de aproximadamente 30 dias, o qual irá depender do tamanho do recipiente, o conteúdo que se encontra no meio poderá ser despejado em um local com terra ou grama, para ser maturado pelos organismos do solo. Nesta etapa, o material estará homogêneo, e após 25 dias de maturação, o composto estará pronto para uso.



Figura 5. Modelo de composteira Super R.

6.3.2 Composteira com garrafa PET

O modelo de composteira em garrafa PET tem a finalidade mais didática, ajudando os alunos a visualizar o processo de compostagem em um recipiente transparente.

- Materiais utilizados: garrafas PET (de preferência branca, para melhor visualização); folhas; serragem; inoculante (composto); e resíduos orgânicos.
- Idade recomendada para participar da oficina: maiores de quatro anos.
- Preparo do material: Primeiramente será feita uma marcação na garrafa PET, posicionada 20 cm abaixo da tampa, a qual deverá ser cortada e posteriormente introduzida de ponta a cabeça dentro da parte inferior. Esta técnica seguiu a cartilha do Ministério do Meio Ambiente, com adaptações (MMA, 2017).
- Montagem da pilha: A sequência da montagem da pilha deve ser feita da mesma forma que foi descrito para a composteira “Super R”. Diaria-

mente, será possível observar alterações graduativas no material que compõe a pilha, devido à ação dos microrganismos que realizarão a decomposição do material (Figura 6).

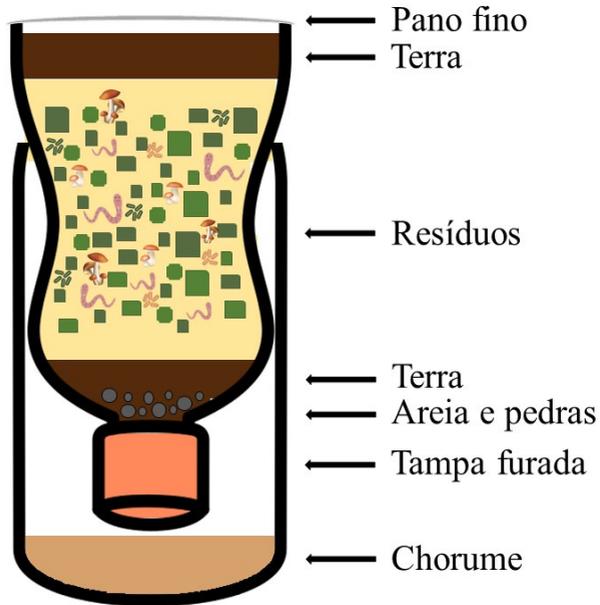


Figura 6. Modelo de composteira utilizando garrafa PET.

7 TIPOS DE RESÍDUOS QUE PODEM OU NÃO SER UTILIZADOS NA COMPOSTAGEM

Diversos tipos de resíduos podem ser utilizados para fazer a compostagem, sendo os principais: restos de alimentos, cascas de ovos, borra de café, podas de grama, folhas, serragem não tratada, entre outros (CASA-GRANDE et al., 2017; PAULO et al., 2019). É recomendado o uso dos restos de alimentos, pois esses resíduos são excelentes fontes que podem ser convertidas em diversos nutrientes (Figura 7).



Figura 7. Resíduos orgânicos que podem ser utilizados para a compostagem.

De maneira geral, o tipo de resíduo que é processado na compostagem é formado basicamente por rejeitos orgânicos provenientes das residências, restaurantes e centros comerciais, mas também resíduos de poda, desde que estejam bem triturados. Não devem estar incluídos os lixos oriundos das limpezas de ruas, nem lixos hospitalares (CEMPRE, 2018).

As folhas e restos de podas de grama ou de árvores também podem ser utilizados, sendo chamados resíduos frescos, que possuem alta concentração de nitrogênio e vão ajudar a incorporar este elemento no composto (CASAGRANDE et al., 2017). Um cuidado que se deve ter com os resíduos frescos é que em algumas situações é recomendado deixá-los secar antes de serem utilizados, sendo um substituto para a serragem (WENGEN; FREITAS, 2010).

Apesar da necessidade de secagem, é preciso observar a relação C/N, uma vez que durante este processo o material tende a perder N aumentando a relação C/N, que diminui a taxa de decomposição. O valor ideal da relação C/N é em torno de 30, no início do processo.

A serragem pode ser utilizada desde que não haja tratamento químico na madeira da qual seja provenien-

te, como produtos preservativos, tintas, vernizes e colas. Juntamente com as folhas secas, ajudam no equilíbrio do composto, pois são ricos em carbono e evitam o surgimento de animais indesejados, bem como do mau odor (DINIZ et al., 2017; MARAGNO et al., 2007; TEIXEIRA et al., 2002).

De acordo com Paulo et al. (2019), os alimentos cozidos ou assados, de origem vegetal, podem ser utilizados, desde que em pequenas quantidades. No entanto, é preciso evitar o excesso de condimentos, conservantes e derivados. Quando utilizado esse tipo de resíduo o cuidado com o processo deve ser redobrado, pois esse material não tolera umidade e necessita de uma camada maior de resíduos secos, como serragem (NUNES, 2009).

Em áreas rurais, os esterco utilizados podem ser de origem bovina, suína ou de aves, mas só podem ser inseridos no sistema após passarem pelo processo de curtimento, o qual consiste em remover do material os microrganismos nocivos à saúde (COTTA et al., 2005; LOUREIRO et al., 2007; SANTOS et al., 2010).

Outro excelente complemento para a composteira é a borra de café, que pode ser inserida no processo junto com o filtro de papel utilizado para preparar o café (LEITE

et al., 2011). Além da fonte nutricional, a borra do café está diretamente relacionada com a inibição do aparecimento de formigas (PINTO et al., 2019).



Apesar de muitos resíduos serem recomendados, existem diversos produtos que não têm o seu uso associado positivamente com o processo de compostagem (Figura 8), como alguns citados por Oliveira et al. (2005) e por Oliveira e Fernandes (2018):

- Frutas cítricas, que possuem polpa e cascas que podem alterar o pH do solo;
- Fezes de animais domésticos, que podem conter agentes patogênicos que trazem riscos à saúde;
- Laticínios e derivados, pois sua decomposição é muito lenta e pode atrair organismos indesejáveis e causar mau odor;
- Carne, independente se for de frango, peixe ou bovina, pois têm decomposição muito longa e causa mau odor, além de atrair animais;
- Nozes pretas, pois possuem um composto que é tóxico para algumas plantas;
- Derivados de trigo, pois têm decomposição lenta e atraem pragas;

- Papel, como revistas, jornais, papéis de impressão e catálogos, visto que passam por um tratamento com produtos químicos, como branqueadores e tintas que não são biodegradáveis;
- Arroz, pois depois de cozido é um foco para bactérias, que podem auxiliar na decomposição, mas péssimo para a saúde humana e das plantas;
- Carvão vegetal, que devido às grandes quantidades de enxofre e ferro fazem mal para as plantas;
- Plantas doentes, pois os patógenos podem passar para as plantas saudáveis;
- Gorduras, pois os alimentos gordurosos podem liberar substância que retardam a compostagem e prejudicam o composto; e
- Alho e cebola: têm decomposição muito lenta e trazem mau odor, atrasando todo o processo de compostagem.

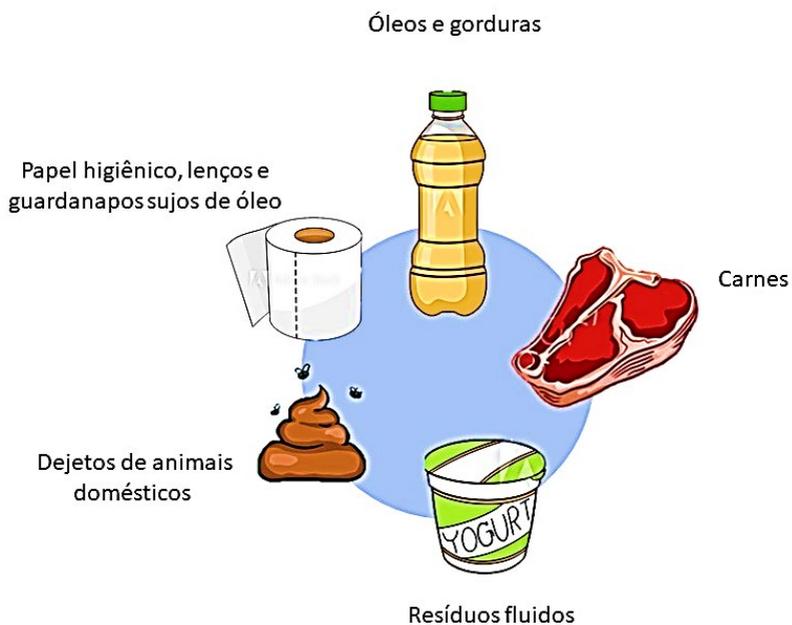


Figura 8. Resíduos orgânicos que não podem ser utilizados para a compostagem.

8 COMO SE DÁ O PROCESSO DENTRO DA COMPOSTEIRA

A compostagem ocorre de maneira aeróbica, o seu controle e desenvolvimento é responsabilidade de uma população de microrganismos de diversos tipos. Segundo Sousa et al. (2017), esse processo se dá em duas fases:

- Primeira fase ou fase ativa: têm a ocorrência das oxidações bioquímicas de forma mais intensa, em maior parte ocasionadas pela ação dos microrganismos termofílicos;
- Segunda fase ou fase de maturação: em que é formado um composto, por meio do processo de humificação, capaz de fornecer o fertilizante para o solo.

A sucessão das populações de microrganismos, bem como a sua contribuição nas fases de degradação, é determinada pela temperatura. Além disso, essa variável também pode servir como indicativo da etapa em que se encontra o processo de compostagem e é importante para garantir a eliminação de propágulos de patógenos e

insetos. Porém, essa eliminação só será eficiente dependendo do tempo de exposição do material, da disposição dos rejeitos orgânicos na composteira e da uniformidade da temperatura em todo o material. Monitorar o processo e a estocagem correta do produto final é de suma importância para que o adubo orgânico mantenha a sua qualidade (HECK et al., 2013).

Alguns fatores são imprescindíveis para manutenção da atividade biológica no processo de compostagem, dentre eles a aeração, temperatura, relação C/N, umidade, pH e tamanho das frações (CEMPRE, 2018). Com o início da atividade microbiana, a temperatura tende a subir, caracterizando a fase termófila, com temperatura por volta dos 60 °C, sendo eliminados os patógenos e viabilidade das sementes. Em seguida, a temperatura tende a cair, ocorrendo a bioestabilização da matéria orgânica e, por fim, na fase mesófila ocorre a humificação (Figura 9) (D'ALMEIDA; VILHENA, 2000; OLIVEIRA et al. 2004).

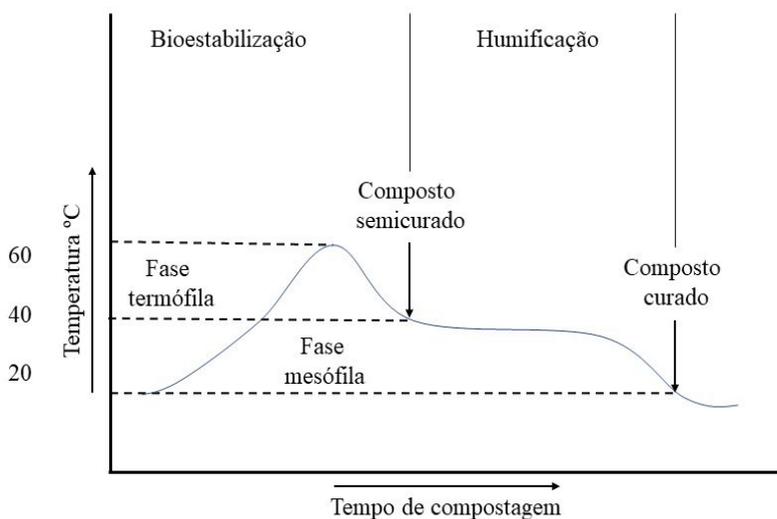


Figura 9. Comportamento da temperatura em função do processo da compostagem.

Fonte: D'Almeida e Vilhena (2000), com adaptações.

A umidade ideal para o processo de decomposição encontra-se entre 40% e 60%, sendo inadequados os valores acima de 70% e abaixo de 40% (Figura 10). Abaixo de 40% inibem a atividade microbiana e acima de 70% formam zonas de anaerobiose, iniciando o processo de fermentação (OLIVEIRA et al. 2004).

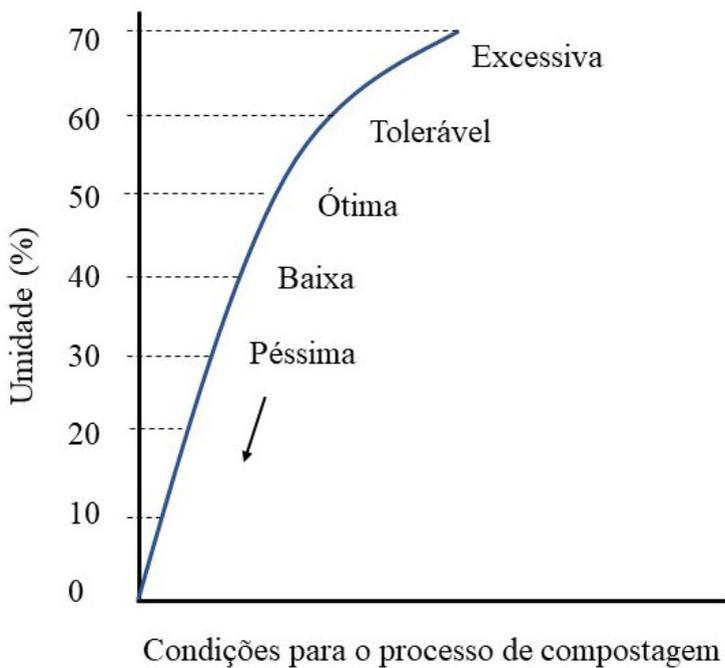


Figura 10. Influência da umidade nas condições para o processo de compostagem.

Fonte: D'Almeida e Vilhena (2000), com adaptações.

Durante o processo de decomposição, parte do carbono é perdido na forma de CO_2 , conseqüentemente, o nitrogênio fica retido com o carbono inorgânico, diminuindo a relação C/N. Sendo assim, quanto maior a relação C/N, maior o tempo exigido para o processo de compostagem (KIEHL, 1985).

9 USINAGEM E TRIAGEM



A usinagem é um processo associado à técnica de compostagem, sendo referente aos sistemas comerciais de larga escala. Esse sistema requer mais espaço, investimentos em maior quantidade e propicia uma melhor eficiência de produção do composto. Para a existência de uma usina de triagem e compostagem natural, é necessária a construção de seis setores básicos (CEMPRE, 2018):

- Local para a recepção e expedição do material: onde estão situados os equipamentos que controlam a entrada e a saída do material. As máquinas e instalações presentes nesse setor da usina facilitam a primeira manipulação do lixo, como: balança rodoviária, para registrar o volume de material recebido; pátio de recepção, onde os caminhões descarregam os rejeitos transportados; fosso, onde fica armazenado o lixo, até que um braço articulado ou uma esteira, pertencente ao próprio equipamento, trans-

porte o material para a triagem; e moenda, que ajuda a distribuir o lixo na esteira de triagem;

- Setor de triagem dos rejeitos orgânicos: local para a separação do material, onde o equipamento mais importante é a esteira, que realiza a movimentação dos resíduos para a retirada de outros componentes que possam ser reciclados. Os recicláveis são destinados a um local de armazenamento separado. Em algumas usinas, pode existir um triturador para diminuir o tamanho dos resíduos logo após a esteira;
- Pátio de compostagem: local onde a matéria orgânica é depositada após a triagem, para decomposição por microrganismos, até que se torne um composto que poderá ser utilizado como fertilizante natural. A composteira deve ter algumas características estruturais, garantindo o seu bom funcionamento, bem como ser impermeável e possuir sistema para a captação e drenagem de efluentes. Para melhor eficiência, os rejeitos orgânicos são depositados em pilhas ou leiras, que são revolvidas frequentemente.

Essa ação é repetida até que o composto atinja o estado de maturação;

- Espaço para a realização do beneficiamento e posterior armazenamento do composto: local em que o composto é peneirado para facilitar o seu manuseio pelo agricultor e para a remoção de objetos que não são de interesse, como pedaços de vidro, e por fim é armazenado. O material reciclável que foi separado na triagem é beneficiado neste setor, onde são prensados e armazenados em forma de fardo, de maneira a facilitar o seu transporte;
- Aterro de rejeitos: local que precisa estar regularizado pelos órgãos ambientais responsáveis. É para este local que são encaminhados os rejeitos da primeira seleção do lixo e do beneficiamento do composto;
- Sistema de tratamento de efluentes: setor onde é realizado o tratamento dos fluidos residuais, tanto do chorume obtido na compostagem, quanto de atividades como a lavagem de máquinas e veículos da usina.

10 BIODIGESTORES



Além das composteiras existem outro tratamento possível para os resíduos orgânicos, os biodigestores, os quais são responsáveis pelos resíduos do esgotamento sanitário, de águas residuárias, da agropecuária e de efluentes industriais. Esses materiais possuem elevada proporção de matéria orgânica, porém ao mesmo tempo têm uma grande quantidade de água em sua composição, o que faz com que seja necessário um tratamento diferenciado, como por meio da biodigestão.

O processo de biodigestão consiste na digestão do material orgânico por meio da utilização de microrganismos (bactérias). É uma das tecnologias mais antigas e difundidas no mundo. Na Índia existem mais de 750 mil biodigestores, enquanto a China possui cerca de sete milhões de estruturas que convertem resíduos em outros subprodutos (BRAGA et al., 2013). Os biodigestores surgiram como uma outra opção para os produtores que possuem problemas com a destinação de resíduos sólidos agropecuários, sendo uma alternativa sustentável, visto

que é um processo químico natural que ocorre em ambiente anaeróbico (SOLANO et al., 2010).

Esse processo de destinação de resíduos caracteriza uma tecnologia promissora, do qual podem ser gerados alguns subprodutos com valor econômico agregado, como o biogás e o biofertilizante (SILVA et al., 2013). O biogás é uma das fontes de energia oriundas de diversos tipos de biomassa, sendo que as mais importantes são madeira, resíduos agrícolas, resíduos sólidos, plantas aquáticas, e resíduos de processamento de alimentos, que normalmente são utilizados como estruturantes na mistura com o lodo de esgoto (SANTOS; LIMA, 2016); enquanto o biofertilizante é considerado o principal produto do processo de biodegradação, onde o processo potencializa a concentração de nutrientes do material de origem, inibindo a perda de nutrientes e neutralizando a acidez dos solos (BARBOSA, 2011).

Martins Filho et al. (2018) realizaram um levantamento bibliográfico sobre o tipo de material utilizado para a biodigestão, e verificaram que dentre os trabalhos avaliados predominou a utilização de resíduos oriundos da produção animal, aproximadamente 84%, seguido pelos resíduos de origem vegetal, com apenas 13%. E mesmo

com a maior parte da produção sendo realizada com resíduos da pecuária, é notável o potencial de produção com a utilização de resíduos agrícolas, como das culturas de milho e trigo (ADERIBIGBE, 2015).

Uma das justificativas para a maior proporção no uso dos resíduos da pecuária é a facilidade de tratamento, pois o excremento dos animais passou anteriormente por um processo interno de digestão, no qual teve suas estruturas químicas e físicas alteradas, facilitando o manuseio do produto (AVACI et al., 2013; MARTINS FILHO et al., 2018). Essa técnica contribui para a destinação adequada dos resíduos da pecuária, visto que existem restrições nacionais quanto ao seu descarte, pois esses dejetos podem infiltrar no solo e contaminar tanto o solo quanto a água, sendo considerado crime ambiental (BRASIL, 1998). Assim, os biodigestores são uma alternativa viável, auxiliando na redução de resíduos, minimizando o impacto ambiental negativo e gerando bioprodutos.

Quando utilizam os resíduos vegetais, os biodigestores possuem uma dificuldade na quebra da lignina, devido à sua baixa degradabilidade, tornando necessário um tratamento de pré-digestão anterior ao do biodigestor. Existem diversos métodos para o tratamento de pré-di-

gestão dos resíduos, podendo ser físicos, físico-químicos, químicos ou enzimáticos, e o principal intuito é fazer com que o processo de decomposição das bactérias ocorra de uma maneira mais rápida e eficiente (CREMONEZ et al., 2013).

Neste sentido, é notável que existem fatores que dificultam o uso dos resíduos vegetais quando comparados aos resíduos animais, no entanto os resíduos vegetais possuem algumas características positivas, como: menos etapas para o preparo do material que ficará no biodigestor e tratamento desse material, principalmente por não apresentar preocupação com contaminação do solo e passivos ambientais (MARTINS FILHO et al., 2018).

Os resíduos de culturas agrícolas e florestais, automaticamente, encontram-se prontos para serem depositados no solo, desde o processo de proteção contra a erosão e lixiviação, quanto para a adubação, ambos sendo favoráveis ao aumento de nutrientes e da modificação química do substrato. A composição química dos resíduos orgânicos e o processo de fermentação anaeróbica afetam a produção do biogás, visto que diferentes resíduos têm elementos distintos e tempo de decomposição variá-

vel, sendo esperado uma produção diferenciada (SOUZA, 2010).

Entretanto, alguns estudos afirmam que combinar diferentes tipos de resíduos gera melhores condições às comunidades microbianas responsáveis pela degradação da matéria orgânica, sendo mais recomendado do que usar um único tipo de resíduo (MARTINS et al., 2018; SOLANO et al., 2010).

Neste sentido, é crescente o incentivo dos governos para o desenvolvimento e expansão da utilização de biodigestores em propriedades rurais, nas quais podem ser utilizados todos os tipos de resíduos e pode ser reduzida a quantidade de material poluente, além de gerar outra renda ao pequeno produtor (SANTOS et al., 2017). Apesar disso, ainda existe uma carência referente ao assunto, sendo necessárias mais pesquisas e estudos que visem tornar mais didático e acessível a utilização desse processo (RODRIGUES et al., 2019).

Caramba Wormerson!
Eu não fazia ideia que
a compostagem
poderia ajudar tanto
no nosso dia-a-dia.

Pois é, Garbáginho. A
melhor parte disso é
que vamos ajudar o
meio ambiente
diminuindo o descarte
incorreto do lixo
orgânico.



11 RECOMENDAÇÕES



Para que o processo ocorra de maneira satisfatória, é preciso verificar periodicamente algumas características, como a umidade e a temperatura. Caso ocorra algum problema durante o processo, seguem algumas recomendações:

- Se a temperatura chegar a 65 °C ou mais, indica que a pilha está muito grande ou não está bem arejada, havendo necessidade de diminuir o tamanho ou fazer um revolvimento do material para melhorar a aeração;
- Se a temperatura não alcança os 55 a 60 °C, a pilha pode estar muito pequena, devendo adicionar mais matéria seca (fonte de carbono) e verde (fonte de nitrogênio), procurando manter a proporção 30:1 v:v, ou molhar a pilha, procurando manter a umidade em torno de 50 a 60%, sempre fazendo o revolvimento da pilha;
- Caso seja de interesse um maior quantitativo de nitrogênio, deve-se adicionar o material geralmente úmido: folhas verdes, aparas de grama

verde, borra de café, casca do ovo triturada, restos de vegetais, como frutas, verduras, flores, entre outros;

- Caso seja de interesse um maior quantitativo de carbono, deve-se adicionar: folhas secas, aparas de grama seca, palha, feno, resíduo de poda, aparas de madeira ou serragem, acículas de pinheiro, cascas de batata, entre outros;
- Se a pilha apresenta odor desagradável (podre) ou de amônia, pode estar com umidade excessiva, ou compactada, ou ainda, com excesso de material verde, devendo-se adicionar material seco para melhorar a porosidade e reduzir a umidade da pilha, sempre fazendo revolvimento.

12 CONSIDERAÇÕES FINAIS



- A Compostagem é um excelente modo de tratar os resíduos sólidos de forma sustentável, uma vez que, ao final do processo, tem-se um produto que pode ser utilizado para fertilizar diferentes sistemas de produção agrícola;
- O método pode ser feito em pequena ou grande escala, utilizando diferentes tipos de resíduos orgânicos, sempre obtendo ao final do processo, um composto estável, de odor neutro e rico em nutrientes para as plantas;
- A realização de estudos para o aprimoramento da compostagem é de grande importância, podendo sugerir técnicas que tragam melhorias, tornando o processo mais eficiente e com maior aproveitamento.

ADERIBIGBE, A. B. Design and construction of 250 liters plastic bio-digester and evaluation of biogas production using 4 co-substrates. **IIOABJ**, v.6, p.1-6, 2015.

ANDERSEN, J.K.; BOLDRIN, A.; CHRISTENSEN, T.H.; SCHEUTZ, C. Mass balances and life cycle inventory of home composting of organic waste. **Waste Management**. n.31, p.1934–1942, 2011.

AQUINO, A. M. **Integrando Compostagem e Vermicompostagem na Reciclagem de Resíduos Orgânicos Domésticos**. EMBRAPA. Circular Técnica. n. 12. 2005.

AVACI, A. B.; SOUZA, S. N. M.; CHAVES, L. I.; NOGUEIRA, C. E. C.; NIEDZIALKOSKI, R. K.; SECCO, D. Avaliação econômico-financeira da microgeração de energia elétrica proveniente de biogás da suinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.4, p.456–462, 2013.

BARBOSA, G.; LANGER, M. Uso de biodigestores em propriedades rurais: uma alternativa à sustentabilidade ambiental. **Unoesc & Ciência – ACSA**, Joaçaba, v. 2, n. 1, p. 87-96, jan./jun. 2011.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; MIERZINA, J. C.; BARROS, M. T. L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; Nucci, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução a Engenharia Ambiental - O desafio do desenvolvimento sustentável**. 2 ed. São Paulo: Person Prentice Hall, 2013.

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

BRASIL. **Lei nº 9.605: Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências**. Brasília: DOU, 1998.

CASAGRANDE, A. M.; FREIRE, H. V. D.; MOURA, L. M. S.; QUINTAS L. M. P. DESTINO DO RESÍDUO ORGÂNICO DO LAR ESCOLA SANTA VERÔNICA: como tornar restos alimentares em adubo orgânico através da técnica de compostagem. **Gestão, Educação e Sustentabilidade**. v. 10, n. 2, p.33-46, 2017.

CORRÊA, R. S.; FONSECA, Y. M. F.; CORRÊA, A. S. Produção de biossólido agrícola por meio da compostagem e vermicompostagem de lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 4, p. 420-426, 2007.

COSTA, M. S. S. M.; COSTA, L. A. M.; SESTAK, M.; OLIBONE, D.; SESTAK, D.; KAUFMANN, A. V. ROTTA, S. R. Compostagem de resíduos da indústria de desfibração de algodão. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 540-548, 2005.

COTTA, J. A. O.; CARVALHO, N. L. C.; BRUM, T. S.; REZENDE, M. O. O. Compostagem versus vermicompostagem: comparação das técnicas utilizando resíduos vegetais, esterco bovino e serragem. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 20, n. 1, p. 65-78, 2015.

CREMONEZ, P. A.; FEIDEN, A.; ZENATTI, D. C., M. P. CAMARGO, W. C. N.; ROSSI, E.; ANTONELLI, J. Biodigestão anaeróbia no tratamento de resíduos lignocelulósicos. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v.2, p.21-35, 2013.

CRUZ, R. F. et al. A aplicabilidade do chorume oriundo do processo de compostagem biofertilizante orgânico para agricultura sustentável. **Nature and Conservation**, v. 12, n. 3, p. 37–48, 20 dez. 2019.

D'ALMEIDA, M. L.; VILHENA, A. **Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado**. 2ªed. São Paulo: IPT/CEMPRE, 2000.

DINIZ, J. A.; REIS, M. C.; GOMES, P.; VENTURINE, H. O.; ALMEIDA, C. B. A. Efeitos da torta da mamona *Ricinus communis* L. (Malpighiales: Euphorbiaceae) sobre a produção de adubo oriundo da compostagem. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental Sustentavel**, v. 4, n. 8, p. 373-379, 2017.

FIGUEIREDO, R.T.; BRITO, M.J.C.; SANTOS, P.H.C.; SOARES, C.M.F.; BURLE, E.C. Monitoring of small scale composting. **SEMIOSES: Inovação, Desenvolvimento e Sustentabilidade**, Rio de Janeiro, v. 13., n. 3., p.98-107, 2019

GOMES, T. C. A.; ARAÚJO, J. L. P.; SANTOS, T. A.; MELO, P. L. A.; PEREIRA, K. T. O.; COSTA JÚNIOR, J. C.; SANTOS, T. C. Reciclagem de vinhaça via compostagem em larga escala. **Comunicado técnico Embrapa**, 2018.

GONÇAVES, F.; BOSCO, T. C. D. Compostagem e vermicompostagem de resíduos sólidos: resultados de pesquisas acadêmicas [livro eletrônico] / organização de Tatiane Cristina Dal Bosco. – São Paulo: Blucher, 2017. 266 p.

HECK, K.; MARCO, E.G.; HAHN, A.B.B.; KLUGE, M.; SPILKI, F.R.; SAND, S.T.V.D. Temperatura de degradação de resíduos em processo de compostagem e qualidade microbiológica do composto final. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.17, n.1, p.54–59, 2013.

ISMAEL, L. L.; PEREIRA, R. A.; FARIAS, C. A.; FARIAS, E. Avaliação de composteiras para reciclagem de resíduos orgânicos em pequena escala. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 4, p. 28-39, 2013.

KIEHL, J.E. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492p

LEITE, S. T.; TEIXEIRA, L. J. Q.; SARTORI, M. A.; GARCIA, G. O.; LIMA FILHO, T. A compostagem como alternativa para o aproveitamento da borra de café. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 13, p. 1068-1075, 2011.

LOUREIRO, D. C.; AQUINO, A. M., ZONTA, E.; LIMA, E. Compostagem e vermicompostagem de resíduos domiciliares com esterco bovino para a produção de insumo orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 7, p. 1043-1048, 2007.

MARAGNO, E. S.; TROMBIN, D. F.; VIANA, E. O uso da serragem no processo de minicompostagem. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 12, n. 4, p. 355-360, 2007.

MARQUES, C.S.; GUIMARÃES, P.V.P.; SMIDERLE, O.J.; SOUSA, R.C.P. Morfometria e crescimento inicial de *Copaifera pubiflora* exposta à terra vegetal produzida em compostagem. **Acta Brasiliensis**, v. 2, n.1, p.1-5, 2018

MARTINS FILHO, J. B.; NEVES, R. A.; ARAÚJO, J. S.; FERRÃO, G. E.; PIRES, I. C. G. Resíduos orgânicos agropecuários e biodigestores: análise sobre a produção bibliográfica do período de 2000-2017. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.9, n.5, p.281-293, 2018.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Compostagem Doméstica, Comunitária e Institucional de Resíduos Orgânicos. **Manual de Orientação**. Ministério do Meio Ambiente, Centro de Estudos e Promoção da Agricultura de Grupo, Serviço Social do Comércio. Brasília, DF: MMA, 2017. 68 p.

MONTEIRO, J. A. V. Benefícios da compostagem doméstica de resíduos orgânicos. **Educação Ambiental em Ação**, n. 56, p. 1-7, 2016.

NUNES, M. U. C. **Compostagem de Resíduos para Produção de Adubo Orgânico na Pequena Propriedade**. Circular Técnica da Embrapa, Aracaju, n. 59, 2009.

OLIVEIRA, A. M. G.; AQUINO, A. M.; CASTRO NETO, M. T. Compostagem caseira de lixo orgânico doméstico. **Circular técnica 76 Embrapa**, 2005.

OLIVEIRA, C.; FERNANDES, J. **Manual de Compostagem Doméstica com Minhocas**. Comercial Egitto, São Paulo, 2018.

OLIVEIRA, C.; FERNANDES, J. Manual de Compostagem doméstica com minhocas. Guarulhos, 14p., 2018.

OLIVEIRA, F. N. S.; LIMA, H. J. M.; CAJAZEIRA, J. P. **Uso da compostagem em Sistemas Agrícolas Orgânicos**, Embrapa Agroindústria, 2004.

PAIVA, E. C. R.; MATOS, A. T.; AZEVEDO, M. A.; BARROS, R; T. P.; COSTA, T. D. R. Avaliação da compostagem de carcaças de frango pelos métodos da composteira e de leiras estáticas aeradas. **Engenharia Agrícola**, v. 32, n. 5, p. 961-970, 2012.

PAULO, D. A.; ALMEIDA, A. P. F.; VILLAÇA, J. R.; SANTOS, N. B.; CONTRIM, T. S.; SOFIATI, A. D. Compostagem doméstica: uma alternativa adequada para gestão de resíduos orgânicos. **Nativa**, v. 8, n. 2, 2019.

PINTO, L. M. B.; FERNANDES, E. F.; PREZOTO, F. Controle de formigas lava-pés: Onde encontro informações?. **Revista Brasileira de Zootecias**, v. 20, n. 1, p. 1-9, 2019.

RODRIGUES, C. F.; CHAGAS, M. D.; SOTO, F. R. M.; SOTO, G. G. F.; COSTA, A. A. Diagnostico da destinação de resíduos sólidos orgânicos domiciliares gerados no bairro Porta Vista Linda, Ibiúna, SP. **Scientia Vitae**, v. 7, n. 24, p. 65-72, 2019.

RODRIGUES, N. S., BLANS, N. B. & SCLINDWEIN, M. M. Use of biodigestors to impulse environmental sustainability. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 1, p. 462-487, 2019.

SALVARO, E.; BALDIN, S.; COSTA, M.M.; LORENZI, E.S.; VIANA, E.; PEREIRA, E.B. Avaliação de cinco tipos de minicomposteiras para domicílios do bairro Pinheirinho da cidade de Criciúma/SC. **Com Scientia**, v. 3, n. 3, p. 12-21, 2007.

SANTOS, E. L., BARBOSA, J. H., MELO, M. J., PEREIRA JUNIOR, D. A., MEDEIROS, C. S. & SANTOS, I. V. V. S. Uma alternativa energética e ambientalmente sustentável ao agricultor familiar: dia de campo sobre biodigestores rurais. **Diversitas Journal**, 2, 32-38, 2017.

SANTOS, F. G.; ESCOSTEGUY, P. A. V.; RODRIGUES, L. B. Qualidade de esterco de ave poedeira submetido a dois tipos de tratamentos de compostagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 10, p. 1101-1108, 2010.

SANTOS, R. B.; LIMA, A. K. de C. Análise comparativa do biogás: processo em biodigestores e de aterro sanitário. **Revista Eletrônica de Energia**, v. 6, n. 1, 2016.

SILVA, C. O.; CEZAR, V. R. S.; SANTOS, M. B.; SANTOS, A. S. Biodigestão anaeróbia com substrato formado pela combinação de esterco ovinocaprino, manipueira e biofertilizante. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, Aracaju, v.4, n.1, p.88-103, 2013.

SILVA, P. D. M.; SILVA, M. C.; LEITÃO, S. K. V.; MUNIZ, A. V. P. o uso de compostagem doméstica na produção de adubo para hortas domiciliares. **MIX Sustentável**, v. 5, n. 4, p. 63-70, nov. 2019.

SILVA, P. D. M.; SILVA, M. C.; LEITÃO, S. K. V.; MUNIZ, A. V. P. O uso de compostagem doméstica na produção de adubo para hortas domiciliares. **Mix Sustentável**, v. 5, n. 4, p. 63-70, 2019.

SOLANO, O. R.; VARGAS, F. M.; WATSON, G. R. Biodigestores: factores químicos, físicos y biológicos relacionados com suproductividad. **Tecnología en Marcha**, v.23, n.1, p.39-46, 2010.

SOUSA, A.I.; SILVA, P.H.; OLIVEIRA, Y.R.; FRANCISCHINI, P.D.D.; PACHECO, A.C.L.; ABREU, M.C. Compostagem como ferramenta de educação no campo. **Revinter**, v. 10, n. 01, p. 29-44, 2017.

SOUZA, O.; FEDERIZZI, M.; COELHO B.; WAGNER, T. M.; WISBECK E. Biodegradação de resíduos lignocelulósicos gerados na bananicultura e sua valorização para a produção de biogás. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.4, p.438–443, 2010.

TEIXEIRA, L. B.; OLIVEIRA, R. F.; FURLAN JÚNIOR, J.; GERMANO, V. L. C. **Processo de compostagem a partir de lixo orgânico urbano e caroço de açaí**. Belém: Embrapa Amazônia oriental, 2004. 4p. (Circular Técnica, 105).

VALENTE, B. S.; ANDREAZZA, R.; XAVIER, E. G.; GOMES, M. C.; PEREIRA, H. S.; ÁVILA, F. D. Composting for valuation of marine fish waste. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 18, n. 4, p. 594-603, 2017.

VICH, D. V.; MIYAMOTO, H. P.; QUEIROZ, L. M.; ZANTA, V. M. Household food-waste composting using a small-scale composter. **Revista Ambiente & Água**, v. 12, n. 5, p. 718-729, 2017.

WANGEN, D. R. B.; FREITAS, I. C. V. Compostagem doméstica: alternativa de aproveitamento de resíduos sólidos orgânicos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 5, n. 2, p. 81-88, 2010.



UNIEDUSUL
EDITORA

