



# **MUNICÍPIO DA ESTÂNCIA BALNEÁRIA DE PRAIA GRANDE**

Estado de São Paulo

Gabinete do Prefeito

**Ofício GP 1.5.5 – 1. 359/19**

Em 21 de novembro de 2019

Ao Excelentíssimo Senhor  
**EDNALDO DOS SANTOS PASSOS**  
Presidente da Câmara  
Municipal de Praia Grande

Em atenção à **INDICAÇÃO Nº 2.037/19**, de autoria do vereador LEANDRO AVELINO RODRIGUES CRUZ, segue anexa cópia de manifestação da Secretaria de Serviços Urbanos (Sesurb) com os devidos esclarecimentos.

Atenciosamente,



**ANDERSON MENDES**

Secretário Chefe do Gabinete do Prefeito

AM/hrmn



## MUNICÍPIO DA ESTÂNCIA BALNEÁRIA DE PRAIA GRANDE

Estado de São Paulo

SECRETARIA DE SERVIÇOS URBANOS

À

**SESURB - 15**

**Sr. Secretário,**

Em resposta ao nobre vereador, atualmente já se faz o reaproveitamento das podas de árvores do Município, temos um triturador de galhos implantado no Transbordo Municipal, onde o resíduo gerado da trituração dos galhos é utilizado nos jardins e áreas verdes do Município. O segundo passo será a implantação do projeto de compostagem conforme em anexo que em breve será implantado.

Segue para Vossa apreciação, sobre as ações desta Secretaria em relação ao assunto compostagem.

Em, 7 de novembro de 2019.

Arqtº Marcelus Condé Machado  
Subsecretaria de Áreas Verdes e Resíduos Sólidos  
SESURB - 155

**MCM/rspb.**

*Município da Estância Balneária de Praia Grande*

Estado de São Paulo

Estância Balneária Prefeitura de Praia Grande

PROJETO PILOTO DE COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS ORGÂNICOS



## INTRODUÇÃO

PROJETO PILOTO DE  
COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS  
ORGÂNICOS  
**Nº03/2019**

O presente documento apresenta os padrões técnicos mínimos a serem aplicados no **PROJETO PILOTO DE COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS ORGÂNICOS**, situado na Avenida dos Trabalhadores, 2472 - Vila Sônia - Praia Grande/ São Paulo.

O cumprimento do especificado será imprescindível para o bom resultado do projeto.



**PROJETO PILOTO DE COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS ORGÂNICOS  
Nº03/2019**

**INTRODUÇÃO**

O presente documento especifica os padrões técnicos mínimos, a serem obrigatoriamente respeitados durante a execução dos serviços de **“PROJETO PILOTO DE COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS ORGÂNICOS EM ÁREA ESPECÍFICA JUNTO AO TRANSBORDO MUNICIPAL”**, a serem executados no local, no Bairro Vila Sônia – Praia Grande – SP Estância Balneária de Praia Grande - **M.E.B.P.G.**

A implantação do Projeto Piloto de Compostagem em área específica junto ao Transbordo Municipal, tem como principal intenção atuar como ferramenta de apoio para a correta destinação dos resíduos sólidos urbanos coletados no município, utilizando os resíduos orgânicos de feiras, resíduos de limpeza urbana como resíduos de corte de vegetação, triturado de coco, podas e folhagens, onde através do projeto de compostagem tem a finalidade de evitar sua acumulação de frutas, vegetais e alimentos orgânicos de origem não animais em aterros sanitários melhorando a estrutura do solo. Esse processo tem como resultado final um produto - o composto orgânico - que pode ser aplicado ao solo para melhorar suas características, sem ocasionar riscos ao meio ambiente.

A intenção desta municipalidade é utilizar o composto orgânico em jardins, e realizar doação quando estiver com a produção excedente para que a população a fim de que o utilize em jardins e hortas em geral, devolvendo ao solo os nutrientes de que necessita além de aumentando sua capacidade de retenção de água, permitindo o controle de erosão e evitando o uso de fertilizantes sintéticos.





### O QUE É TRATAMENTO DO LIXO?

É o processo que pode ser aplicado ao resíduo sólido com a finalidade de atender às exigências sanitárias, econômicas, sociais e outras. Destacam-se os processos de compostagem, trituração, incineração e reciclagem.

### O QUE É COMPOSTAGEM?

A compostagem é o processo de decomposição e estabilização biológica dos substratos orgânicos sob condições que favorecem o desenvolvimento de temperaturas termofílicas que resultam da produção biológica de calor. Para os autores a compostagem é um processo de oxidação biológica através do qual os microrganismos decompõem os compostos constituintes dos materiais liberando dióxido de carbono e vapor de água. Apesar de ser considerado pela maioria dos autores como um processo aeróbio, a compostagem é também referida como um processo biológico de decomposição aeróbia e anaeróbia, sendo realizada em sua quase totalidade por processos aeróbios.

A compostagem ocorre naturalmente no ambiente sendo referido como a degradação de matéria orgânica, o termo compostagem diz respeito a esta decomposição, porém está associada com a manipulação do material pelo homem, que através da observação do que acontecia na natureza desenvolveu técnicas para acelerar a decomposição e produzir compostos orgânicos que atendessem rapidamente as suas necessidades. O termo composto orgânico pode ser aplicado ao produto compostado, estabilizado e higienizado, que é benéfico para a produção vegetal (ZUCCONI & BERTOLDI, 1987).

O termo compostagem está associado ao processo de tratamento dos resíduos orgânicos sejam eles de origem urbana, industrial, agrícola e florestal. De acordo com Pereira Neto (1987), a compostagem é definida como um processo aeróbio controlado, desenvolvido por uma população diversificada de microrganismos, efetuada em duas fases distintas: a primeira quando ocorrem as reações bioquímicas mais intensas, predominantemente termofílicas; a segunda ou fase de maturação, quando ocorre o processo de humificação.



A compostagem termofílica (com microorganismos) e a vermicompostagem (com minhocas) são dois exemplos de métodos de compostagem.

ONDE SE ENCAIXA A COMPOSTAGEM?



- Reciclagem da matéria orgânica;
- Retorno de nutrientes ao solo (fertilizantes);
- Aumento da vida no solo;
- Sequestro de carbono;
- Reduz potencial poluidor;
- Elimina patógenos;
- Reduz volume.

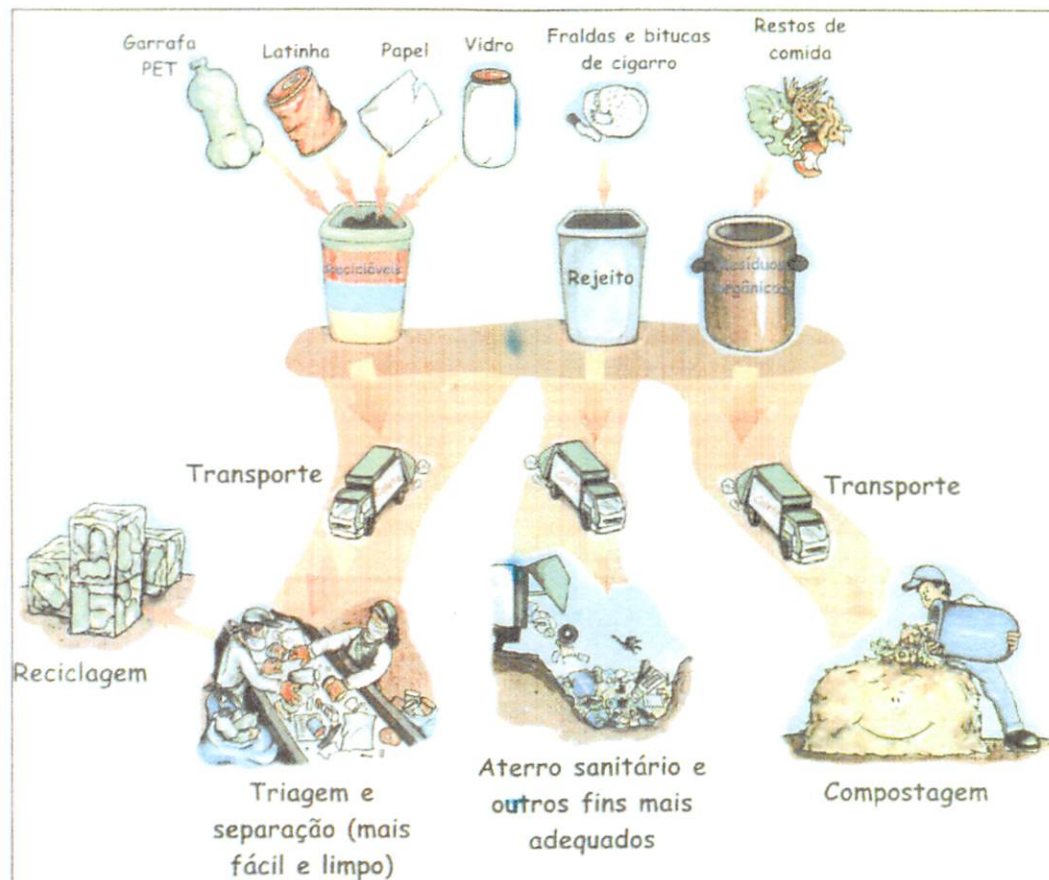


## MUNICÍPIO DA ESTÂNCIA BALNEÁRIA DE PRAIA GRANDE

Estado de São Paulo

SECRETARIA DE SERVIÇOS URBANOS

### EXEMPLOS DE DESTINAÇÃO CORRETA DOS RESÍDUOS



### O PROCESSO DE COMPOSTAGEM INDUSTRIAL INCLUIU 3 FASES PRINCIPAIS:

- 1) Caracterização da matéria-prima e do material-base e o estudo dos processos de produção;
- 2) Análise dos compostos: física (densidade real e aparente, granulometria e conteúdo total de contaminantes) e química (micro e macronutrientes e metais pesados); e
- 3) Análises estatísticas.

Os compostos produzidos devem apresentaram alta qualidade para serem considerados como condicionadores de solo. Os pátios de





## MUNICÍPIO DA ESTÂNCIA BALNEÁRIA DE PRAIA GRANDE

Estado de São Paulo

SECRETARIA DE SERVIÇOS URBANOS

compostagem devem possuir estrutura compatível com o volume gerado localmente e aplicar conhecimentos multidisciplinares para acompanhamento dos fatores que regem a compostagem no pátio.

Tendo em vista que a coleta seletiva e a reciclagem de resíduos são uma solução indispensável, por permitir a redução do volume de lixo para disposição final em aterros e incineradores.

O aproveitamento dos resíduos agrícolas, industriais, urbanos e florestais pode ser realizado através de um processamento simples denominado compostagem, em pequena, média e grande escala desde que não causem distúrbios ao meio ambiente e a saúde pública.

### MOTIVAÇÕES PARA IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO

- Aumentar a reciclagem de resíduos orgânicos e a vida útil dos aterros sanitários;
- Testar modelos inovadores e descentralizados de gestão de resíduos orgânicos;
- Aprimorar iniciativas de gestão;
- Estimular um papel mais ativo dos geradores (cidadãos e instituições) na segregação dos resíduos orgânicos;
- Valorizar o composto orgânico de qualidade e promover seu uso.

### PRA QUE SERVE?

A Compostagem serve para reciclar os restos de resíduos orgânicos de feiras do município, resíduos de limpeza urbana como resíduos de corte de vegetação, triturado de coco, podas e folhagens, que teriam como destino final o aterro sanitário.

Serve para enriquecer solos pobres e nutrientes, melhorando a sua estrutura e permitindo uma boa fertilidade;

Aumenta a capacidade das plantas na absorção de nutrientes, fornecendo substâncias que ajudam no seu crescimento;





Facilita a aeração do solo, retém a água e reduz erosão provocada pelas chuvas;  
Funciona como inoculante para o solo, acumulando os macro e microorganismos (fungos actinomicetos, minhocas e protozoários) que são formadores naturais do solo.

## MATERIAIS E EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS PARA O PREPARO DO ADUBO

- Resíduos orgânicos;
- Pó de serra ou material de poda triturado;
- Água;
- Tesoura de podar (para diminuir a dimensão dos resíduos);
- Facão;
- Máscara, botas, luvas e chapéu;
- Rastelo (ciscador) ou ancinho (para mexer o material de compostagem);
- Termômetro tipo (Vareta ou Espeto) sendo ele analógico ou digital;
- Triturador de resíduos vegetais.

Resíduos	Colocar	Pouca Qtd.	Não Colocar
Restos de hortaliça	✓		
Casca de frutas	✓		
Cascas de ovos	✓		
Restos de pão	✓		
Resto de café	✓		
Casca de batata	✓		
Restos de comida cozinhada	✓		
Restos de carne e peixe			✓
Ossos e espinhas			✓
Excrementos de animais herbívoros	✓		
Folhas e ervas	✓		
Cinzas e lenha		✓	
Cinzas e pontas de cigarros			✓
Ramos e arbustos	✓		
Palha e feno	✓		
Cortiça			✓



Importante: para ter um processo acelerado é indicado que os materiais estejam dispostos em pequenos pedaços e não deve ser usada para compostagem a madeira tratada com pesticidas contra cupins ou envernizada, vidro, metal, óleo, tinta, couro ou plástico.

### **ESCOLHA DO LOCAL PARA CONSTRUÇÃO DA COMPOSTEIRA**

A construção da composteira quando possível deve ser feita debaixo de uma árvore ou em locais sombreados, de modo a evitar temperaturas elevadas no verão e temperaturas baixas no inverno. O local escolhido deve apresentar pouca declividade; proteção de vento e insolação direta; ser de fácil acesso, permitindo o reviramento da mistura e o livre acesso para transporte de material; e ter água disponível para regar a composteira.

A medida da composteira deve ser de acordo com a necessidade ou uso, uma composteira de tamanho pequeno, geralmente usada nas comunidades, pode-se produzir em média 40 sacos de 60 kg de adubo orgânico de uma única vez. Claro que tudo dependerá da quantidade de material usado na composteira ou necessidade.

Geralmente as composteiras construídas são nas dimensões de 1m de altura, 1,5m de largura e 3m de comprimento.

### **PRÉ-REQUISITOS TÉCNICOS PARA O BOM ANDAMENTO DO PROJETO**

- Segregação na fonte dos resíduos orgânicos;
- Continuidade;
- Prever as 3 metas padrão estabelecidas (busca de resultados positivos para ampliação do projeto);
- Ter indicadores de resultados.



## MUNICÍPIO DA ESTÂNCIA BALNEÁRIA DE PRAIA GRANDE

Estado de São Paulo

SECRETARIA DE SERVIÇOS URBANOS

### METAS PADRÃO

- Meta 1 - Capacitação de equipe em reciclagem de resíduos orgânicos e visita técnica;
- Meta 2 - Implantação, ampliação ou aperfeiçoamento da segregação dos resíduos em três frações: orgânicos, recicláveis secos e rejeitos;
- Meta 3 - Implantação, ampliação ou aperfeiçoamento da reciclagem da fração orgânica.

### INDICADORES DE RESULTADO OBRIGATÓRIOS

- Quantidade (tonelada ou kg) de resíduos orgânicos reciclados por período;
- Número de beneficiários (Ex: famílias, munícipes, instituições, próprio município, locais de destinação).

### PREPARO DO COMPOSTO

1. Com os materiais já separados deve-se preparar a composteira para o início do trabalho para a montagem das leiras.

2. Na composteira deve-se fazer varias pilhas com os materiais triturados ou cortados em pequenos pedaços, para uma melhor uniformidade e decomposição dos mesmos. As pilhas podem ser feitas de 1m a 2m de altura e de 1,5m a 1,8m de largura, com vários orifícios para circulação de ar. Quanto ao comprimento, dependerá da qualidade de resíduos disponíveis.

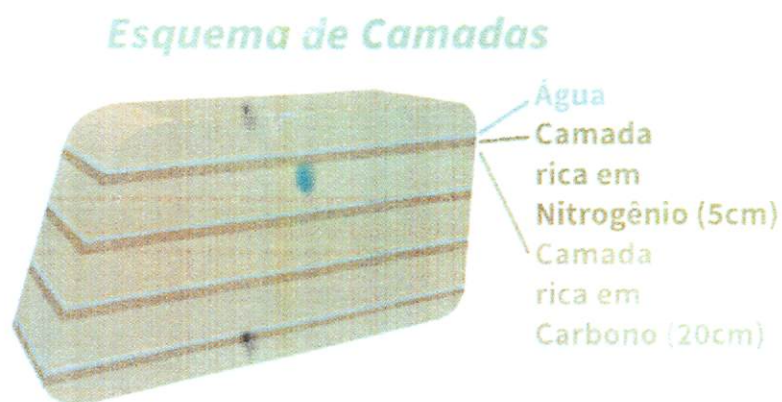
3. A construção de cada pilha deve ser iniciada espalhando em toda a leira uma camada de restos de culturas com material rico em carbono (triturados de poda, folhas resíduos de corte de vegetação e triturado de coco até a altura de 20 cm e em seguida molhar a camada). Evite o excesso de água (encharcar) de modo que a umidade ideal esteja em torno de 45% a 50% (nem muito seco e nem muito molhado).





#### 4. ESQUEMA DE CAMADAS DAS LEIRAS DE COMPOSTAGEM

Feita a 1ª camada, passa-se para a 2ª camada de material rico em nitrogênio (ex: esterco) a uma altura de 0,5cm e molha novamente.



5. A cada camada adicionada é necessário regar com água para que o composto tenha uma umidade, facilitando a decomposição e o controle de temperatura. Observações: não adicione muita água, o composto não poderá ficar encharcado e nem muito seco e é preciso deixar um espaço dentro da composteira, para realizar o manejo.

6. Repetir esta ação, de modo que a pilha atinja a altura recomendada. A última camada a ser colocada deve ser de material rico em carbono.

7. Depois de completa, a composteira deve ser coberta com folhas de bananeira ou capim, para proteger das chuvas, ventos, insolação e reduzir a evaporação de água.

8. O material deve ser revirado a cada cinco dias nos primeiros 15 dias. Após esse período será necessário um reviramento apenas a cada 10 dias. Considera-se suficiente um total de oito reviramentos. A cada



reviramento é importante notar a necessidade da irrigação. Essa operação acelera a compostagem, além de impedir o mau cheiro. É importante que o trabalho seja realizado em grupo e as tarefas sejam divididas entre todos os participantes.

### **SISTEMA DE COMPOSTAGEM À SER REALIZADO E PARÂMETROS DE APLICAÇÃO**

As leiras são adequadas para todos os tipos de instituição que se categorizam como gerador de larga escala. Esse sistema possui capacidade ilimitada e pode receber uma grande quantidade de resíduos diariamente. É versátil e tem funcionamento simples e eficaz. As leiras são feitas de maneira estruturada com uma base de matéria vegetal seca principalmente galhos e material grosseiro proveniente de podas, ao receber os resíduos uma mistura é feita para garantir a inoculação do composto. O sistema funciona com aeração passiva, garantindo o processo termofílico de compostagem.

As leiras podem ter porte e tamanho variado. A depender do volume de resíduos gerados e do espaço disponível sua capacidade pode ser replicada e aumentada. O processo de decomposição e compostagem ocorre por bactérias e fungos, principalmente. As laterais e a base são preparadas com cobertura vegetal seca, que permite a aeração do composto, por isso, não gera cheiro. Seu manejo é simples e pode ser feito de forma manual ou mecanizada.





## MUNICÍPIO DA ESTÂNCIA BALNEÁRIA DE PRAIA GRANDE

Estado de São Paulo

SECRETARIA DE SERVIÇOS URBANOS



Este sistema aceita maior variedade de resíduos orgânicos, como restos de carne e alimentos cozidos. No sistema termofílico, bactérias processam a matéria orgânica aumentando sua temperatura a mais de 60°. Isto sanitiza o processo e não atrai vetores. O modelo em leiras de aeração passiva permite melhor gestão do espaço, com pouca mão de obra e é ideal para grandes geradores. É a compostagem in loco, com baixo custo, alta qualidade e praticidade.

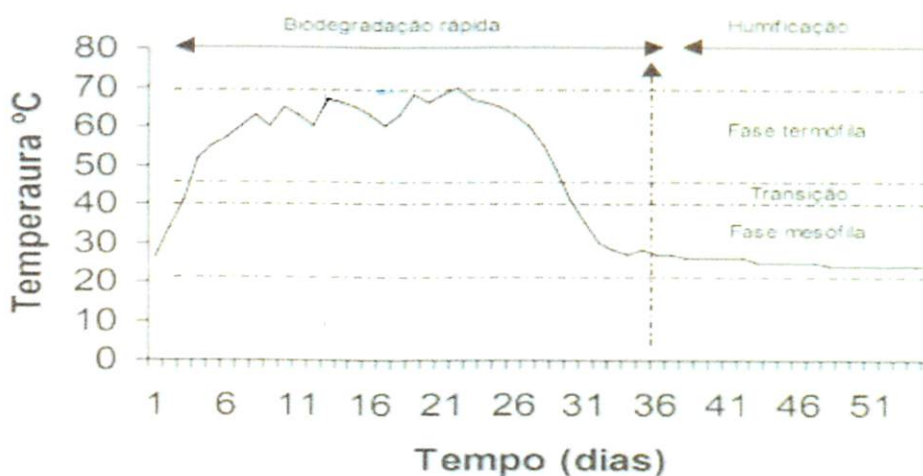
### TEMPERATURAS MÍNIMAS, ÓTIMAS E MÁXIMAS PARA AS BACTÉRIAS, EM °C

Bactérias	Temperatura mínima	Temperatura ótima	Temperatura máxima
Mesófilas	15 a 25	25 a 40	43
Termófilas	25 a 45	50 a 55	85

Fonte: Institute for solid wastes of American Public Works Association, 1970

### EVOLUÇÃO DE TEMPERATURA DAS LEIRAS





Estas duas fases distintas do processo de compostagem são bastante diferentes entre si.

Na fase de degradação rápida, também chamada de bioestabilização, há intensa atividade microbológica e rápida transformação da matéria orgânica. Portanto, há grande consumo de  $O_2$  pelos microrganismos, elevação da temperatura e mudanças visíveis na massa de resíduos em compostagem, pois ela se torna escura e não apresenta odor agressivo. Mesmo com tantos sinais de transformação o composto não está pronto para ser utilizado. Ele só estará apto a ser disposto no solo após a fase seguinte, chamada de maturação.

Na fase de maturação a atividade biológica é pequena, portanto a necessidade de aeração também diminui. O processo ocorre à temperatura ambiente e com predominância de transformações de ordem química: polimerização de moléculas orgânicas estáveis no processo conhecido como humificação.

Estes conceitos são importantes, pois eles se refletem na própria concepção das usinas de compostagem. Como na fase de biodegradação rápida ocorre uma redução de volume do material compostado, consequentemente a área necessária para a fase de maturação é menor.



Durante a maturação, alguns testes simples permitem definir o grau de maturação do composto e portanto a liberação para seu uso. Ele pode então, se houver interesse, ser peneirado e acondicionado adequadamente para ser mais facilmente vendido e transportado.

### **PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS FUNDAMENTAIS NO PROCESSO DE COMPOSTAGEM**

Sendo a compostagem um processo aeróbio, o fornecimento de ar é vital à atividade microbiana, pois os microrganismos aeróbios têm necessidade de O<sub>2</sub> para oxidar a matéria orgânica que lhes serve de alimento. Durante a compostagem, a demanda por O<sub>2</sub> pode ser bastante elevada e a falta deste elemento pode se tornar em fator limitante para a atividade microbiana e prolongar o ciclo de compostagem. A circulação de ar na massa do composto é, portanto, de importância primordial para a compostagem rápida e eficiente. Esta circulação depende da estrutura e umidade da massa e também da tecnologia de compostagem utilizada. A aeração também influi na velocidade de oxidação do material orgânico e na diminuição da emissão de odores, pois quando há falta de aeração o sistema pode tornar-se anaeróbio. Seja qual for a tecnologia utilizada, a aeração da mistura é fundamental no período inicial da compostagem, na fase de degradação rápida, onde a atividade microbiana é intensa. Na fase seguinte, a maturação, a atividade microbiana é pouco intensa, logo a necessidade de aeração é bem menor. O lodo é um resíduo de granulometria fina e quando está parcialmente desidratado, apresenta aspecto pastoso, o que dificulta a difusão do ar. Por esta razão, o lodo normalmente será misturado a outro resíduo, com granulometria mais grosseira, capaz de atuar como agente estruturante na mistura, permitindo assim a criação dos espaços vazios necessários à difusão do ar.





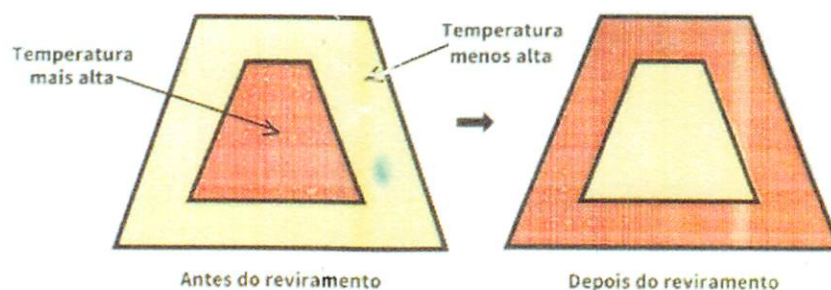
## TEMPERATURA

A compostagem aeróbia pode ocorrer tanto em regiões de temperatura termofílica (45 a 85°C) como mesofílica (25a 43°C). Embora a elevação da temperatura seja necessária e interessante para a eliminação de microrganismos patogênicos, alguns pesquisadores observaram que a ação dos microrganismos sobre a matéria orgânica aumenta com a elevação da temperatura até 65°C e que acima deste valor o calor limita as populações aptas, havendo um decréscimo da atividade biológica. A temperatura é um fator indicativo do equilíbrio biológico, de fácil monitoramento e que reflete a eficiência do processo. Se a leira, em compostagem, registrar temperatura da ordem de 40-60°C no segundo ou terceiro dia é sinal que o ecossistema está bem equilibrado e que a compostagem tem todas as chances de ser bem sucedida. Caso contrário, é sinal de que algum ou alguns parâmetros físico-químicos (pH, relação C/N, umidade) não estão sendo respeitados, limitando assim a atividade microbiana. Depois de iniciada a fase termófila (em torno de 45°C), o ideal é controlar a temperatura entre 55 e 65 °C. Esta é a faixa que permite a máxima intensidade de atividade microbiológica. Acima de 65°C a atividade microbiológica cai e o ciclo de compostagem fica mais longo. Atualmente, a aeração também é usada como meio de controlar a temperatura. Em certos casos o insuflamento de ar comprimido na massa do composto pode ser de 5 a 10 vezes maior do que o estritamente necessário à respiração microbiana, tendo assim a função de dissipar o calor liberado no processo.





## ESQUEMA DE REVIRAMENTO PARA CONTROLE DE TEMPERATURA



Esquema de reviramento de compostagem para controle de temperatura. Fonte: Pereira Neto, João Carlos, 2007.

## UMIDADE

A água é fundamental para a vida microbiana. No composto, o teor ótimo de umidade, de modo geral, situa-se entre 50 e 60%. O ajuste da umidade pode ser feito pela criteriosa mistura de componentes ou pela adição de água. Na prática se verifica que o teor de umidade depende também da eficácia da aeração, das características físicas dos resíduos (estrutura, porosidade). Elevados teores de umidade (>65%) fazem com que a água ocupe os espaços vazios do meio, impedindo a livre passagem do oxigênio, o que poderá provocar aparecimento de zonas de anaerobiose. Se o teor de umidade de uma mistura é inferior a 40% a atividade biológica é inibida, bem como a velocidade de biodegradação. Porém, como há perdas de água devido à aeração, em geral, o teor de umidade do composto tende a diminuir ao longo do processo. O teor de umidade é um dos parâmetros que devem ser monitorados durante a compostagem para que o processo se desenvolva satisfatoriamente. Os lodos a serem compostados devem passar previamente por processo de desaguamento ou desidratação para eliminar o excesso de água.

É necessário regar os materiais colocados na composteira sempre que apresentarem um aspecto seco. Para verificar o teor de umidade é preciso apertar com a mão uma porção de Composto. Se a água contida cair em



formas de gotas, a umidade está adequada, se escorrer em fio, está excessiva, que gera chorume, uma ocorrência biológica natural na massa de compostagem durante o processo de bioestabilização ativa, que não causa nenhum impacto ambiental. O chorume é um líquido resultante da decomposição (atividade enzimática) natural de resíduos orgânicos. Mais uma vez o reviramento da pilha é importante, pois faz perder o excesso de umidade.

### RELAÇÃO C/N

Os microrganismos necessitam de carbono, como fonte de energia, e de nitrogênio para síntese de proteínas. É por esta razão que a relação C/N é considerada como fator que melhor caracteriza o equilíbrio dos substratos. Teoricamente, a relação C/N inicial ótima do substrato deve se situar em torno de 30. Na realidade, constata-se que ela pode variar de 20 a 70 de acordo com a maior ou menor biodegradabilidade do substrato. Tanto a falta de nitrogênio quanto a falta de carbono limita a atividade microbiológica. Se a relação C/N for muito baixa pode ocorrer grande perda de nitrogênio pela volatilização da amônia. Se a relação C/N for muito elevada os microrganismos não encontrarão N suficiente para a síntese de proteínas e terão seu desenvolvimento limitado. Como resultado, o processo de compostagem será mais lento. Independentemente da relação C/N inicial, no final da compostagem a relação C/N converge para um mesmo valor, entre 10 e 20, devido às perdas maiores de carbono que de nitrogênio, no desenvolvimento do processo. O lodo é um resíduo rico em nitrogênio, apresentando relação C/N entre 5,0 e 11,0. Ele necessita, portanto de um resíduo complementar rico em carbono e pobre em nitrogênio, para que a mistura, criteriosamente determinada, apresente relação C/N em torno de 20 ou 30.





## MUNICÍPIO DA ESTÂNCIA BALNEÁRIA DE PRAIA GRANDE

Estado de São Paulo

SECRETARIA DE SERVIÇOS URBANOS

Relação Carbono / Nitrogênio	
Ricos em Carbono	Ricos em Nitrogênio
Poda	Coco Verde
Gramma seca	Vegetais
Serragem	Legumes
Capim	Folhas Verdes
Coco seco triturado	Flores e etc.

Esquema dos fatores que influenciam no equilíbrio da compostagem

### ESTRUTURA

Quanto mais fina é a granulometria, maior é a área exposta à atividade microbiana, o que promove o aumento das reações bioquímicas, visto que aumenta a área superficial em contato com o oxigênio. Alguns autores obtiveram condições ótimas de compostagem com substratos apresentando de 30 a 36% de porosidade. De modo geral, o tamanho das partículas deverá estar entre 25 e 75 mm, para ótimos resultados. Como o lodo de esgoto normalmente apresenta granulometria muito fina haveria dificuldade de realizar o processo de compostagem somente com este material, pois fatalmente apresentaria problemas relativos à aeração devido à falta de espaços intersticiais entre as partículas. Esta é uma das principais razões para se combinar o lodo com outro resíduo de granulometria mais grossa, o que confere estrutura porosa à mistura a ser compostada.

### SISTEMAS DE COMPOSTAGEM

Sendo um processo biológico de tratamento de resíduos, a compostagem obedece a princípios básicos. Porém, as tecnologias de implantação do processo admitem alternativas que podem variar de sistemas simples e manuais, até sistemas complexos, altamente técnicos, onde todos os parâmetros do processo são monitorados e controlados com precisão. O interessante da compostagem é que um bom composto pode ser obtido tanto





por tecnologias simples como por tecnologias complexas, desde que os resíduos sejam adequados e o processo biológico ocorra em boas condições. A questão realmente importante a ser colocada é que a alternativa escolhida deve ser adequada à situação, do ponto de vista técnico e socioeconômico. Os processos de compostagem podem ser divididos em três grandes grupos: • Sistema de leiras revolvidas (windrow), onde a mistura de resíduos é disposta em leiras, sendo a aeração fornecida pelo revolvimento dos resíduos e pela convecção e difusão do ar na massa do composto. Uma variante deste sistema, além do revolvimento, utiliza a insuflação de ar sob pressão nas leiras.

#### **SISTEMA DE LEIRAS ESTÁTICAS AERADAS (STATIC PILE)**

Onde a mistura a ser compostada é colocada sobre uma tubulação perfurada que injeta ou aspira o ar na massa do composto, não havendo revolvimento mecânico das leiras. • Sistemas fechados ou reatores biológicos (In-vessel), onde os resíduos são colocados dentro de sistemas fechados, que permitem o controle de todos os parâmetros do processo de compostagem. Os dois primeiros sistemas geralmente são realizados ao ar livre, sendo em alguns casos realizados em áreas cobertas. A compostagem em reatores biológicos apresenta várias alternativas de reatores e níveis de automação. No sentido de facilitar a compreensão do tema, para cada sistema foi colocado sua designação entre parenteses, em inglês, pois muitas pesquisas e tecnologias foram geradas nos Estados Unidos, o que faz com que vários veículos de comunicação utilizem a nomenclatura em inglês.

#### **SISTEMA DE LEIRAS REVOLVIDAS (WINDROW)**

Dos três sistemas de compostagem apresentados, o de leiras revolvidas é o mais simples. A mistura de lodo e resíduo estruturante é disposta em longas leiras que são periodicamente revolvidas. A aeração é feita pela difusão e convecção do ar na massa do composto. No momento em que é feito o revolvimento, o composto entra em contato com a atmosfera rica em O<sub>2</sub>, o que



## MUNICÍPIO DA ESTÂNCIA BALNEÁRIA DE PRAIA GRANDE

Estado de São Paulo

SECRETARIA DE SERVIÇOS URBANOS

permite suprir momentaneamente as necessidades de aeração do processo biológico. O efeito do revolvimento é limitado, pois alguns estudos mostraram que cerca de uma hora depois, o nível de oxigênio da leira se aproxima de zero. Nos Estados Unidos, em alguns casos, a leira é montada sobre tubos perfurados que injetam ar na massa do composto. Esta alternativa é chamada de leiras revolvidas aeradas, pois combinam a técnica do revolvimento com a aeração forçada.

A mistura do lodo com o agente estruturante pode ser feita por um misturador específico ou então na própria área de compostagem, quando existe a possibilidade de utilização de um equipamento mecânico eficiente.

### **COMPARAÇÃO ENTRE AS DIMENSÕES DAS LEIRAS E ÁREAS NECESSÁRIAS PARA A COMPOSTAGEM, PELO SISTEMA DE LEIRAS REVOLVIDAS.**

Parâmetro	Baixo	Médio	Alto
Altura (m)	0,9	1,4	2,1
Base (m)	3,7	4,3	7,0
Volume por comprimento (m <sup>3</sup> /m)	2,3	3,1	8,8
Relação Superfície/Volume (m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup> )	2,6	1,6	0,8

Fonte: Hay et al., 1985



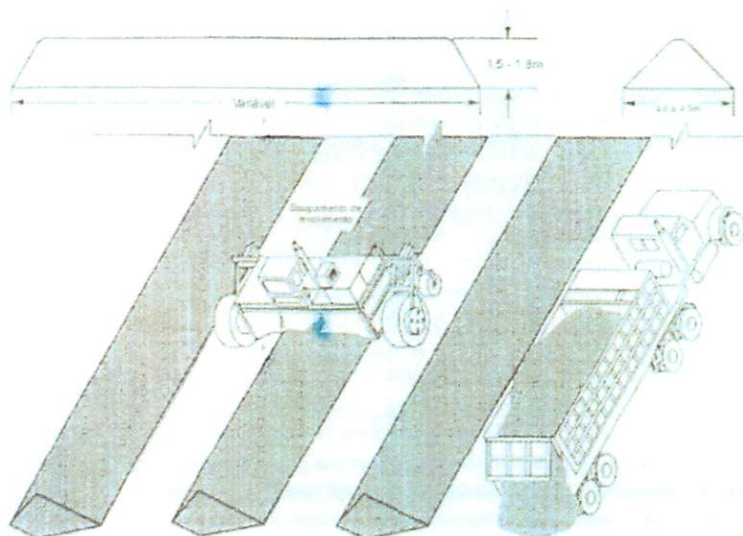


Figura 4.3 Exemplo de sistema de leiras revolvidas

O espaçamento entre as leiras deve ser determinado em função das características do equipamento que fará o revolvimento. Caso seja uma Pá Carregadeira, um espaçamento de 3,0m geralmente é suficiente. Durante a compostagem, as leiras devem ser revolvidas no mínimo três vezes por semana (Kuter, 1995), sendo que esta operação tem vários objetivos:

Se a mistura de lodo e resíduo estruturante está bem equilibrada, nos primeiros 2-4 dias de compostagem, a temperatura deve passar dos 55 0 C e se estabilizar em torno de 60 0 C, durante toda a fase de bioestabilização, que terá duração variável, em função das características dos resíduos e da operação do sistema. A título de referência, um período de 1 a 2 meses, normalmente é suficiente para que a fase termófila complete seu ciclo. Na etapa seguinte, a maturação, o composto normalmente é transportado para um pátio específico, onde a necessidade de aeração é menor, podendo o revolvimento ser realizado a cada 20-25 dias. O final da fase de maturação pode ser comprovado por testes específicos, porém tem duração média, de 2 a 3 meses. Após a maturação, o composto pode ser peneirado e ensacado, ou então vendido a granel. O material mais grosseiro retido nas peneiras pode





## MUNICÍPIO DA ESTÂNCIA BALNEÁRIA DE PRAIA GRANDE

Estado de São Paulo

SECRETARIA DE SERVIÇOS URBANOS

retornar ao início do processo e desempenhar a função de agente estruturante. O sistema de leiras revolvidas pode gerar alguns problemas de odor no início do processo, quando o lodo, mesmo estabilizado na ETE, ainda apresenta mau cheiro. Porém, quando o processo de compostagem evolui satisfatoriamente, após 5-6 dias, o problema de odor praticamente desaparece.

### QUAIS OS PRINCIPAIS PROBLEMAS

A compostagem é um processo que ocorre de maneira natural, e desde que se algumas regras básicas sejam seguidas, não haverá problemas. Contudo em algumas dificuldades no processo de compostagem são: a demora no aumento da temperatura, o odor desagradável, os surtos de moscas sobre a pilha e cheiro de amônia.

A tabela abaixo apresenta as causas e soluções para os principais problemas citados.

PROBLEMA	CAUSA	POSSÍVEL SOLUÇÃO
Processo lento	Demasiados castanhos	Adicione verdes e revire a pilha.
Cheiro podre	Umidade em excesso	Revire a pilha, adicione materiais secos e porosos como folhas secas, serragem, podas de madeira ou palha.
	Compactação	Revire a pilha ou diminua o seu tamanho. Evite colocar grandes quantidades de óleos ou cinzas na pilha.
	Tamanho das partículas muito grande	Picar os resíduos antes de adicionar à pilha ou promover a quebra do material durante o reviramento com o auxílio de uma enxada.
Cheiro de amônia	Excesso de esterco ou estrume (nitrogênio)	Adicione materiais ricos em carbono (milho, feijão, bagana, pó de serra, podas de árvores entre outros).



## MUNICÍPIO DA ESTÂNCIA BALNEÁRIA DE PRAIA GRANDE

Estado de São Paulo

SECRETARIA DE SERVIÇOS URBANOS

Temperatura muito baixa	Pilha muito pequena	Aumente o tamanho da pilha ou isole-a lateralmente.
	Umidade insuficiente	Adicione água quando revirar ou cubra a parte superior da pilha.
	Arejamento insuficiente	Revire a pilha
	Falta de esterco	Adicione estrume ou restos de comida (em pequenas quantidades).
	Clima frio	Aumente o tamanho da pilha ou isole-a com um material como, por exemplo, palha.
Temperatura muito alta	Pilha muito grande	Diminua o tamanho da pilha.
	Arejamento insuficiente	Revire a pilha.
Pragas	Presença de restos de carne ou de restos de comida com gordura	Retire este tipo de alimentos da pilha e cubra com uma camada de solo, folhas, serragem, ou revire a pilha para aumentar a temperatura.
Moscas	O cheiro podre proveniente de excesso de umidade ou falta de oxigenação pode atrair moscas.	Revire a pilha, adicione materiais secos e porosos como folhas secas, serragem, podas de madeira ou palha, refaça a cobertura sobre a pilha.
Germinação de sementes nas pilhas em maturação	Colonização emergente do próprio material. Ex.: ervas daninha.	Aumente a temperatura da pilha, após germinar, retire toda e qualquer vegetação das pilhas.



A utilização do adubo orgânico é feita através da sua incorporação no solo, em cobertura ou em covas entre linhas da plantação. A aplicação deve ser de 15 a 20 dias antes do plantio, nas covas ou nas entrelinhas dos cultivos permanentes, duas vezes por ano.

Sua profundidade deve ser suficiente para que fique ao alcance das raízes de maior atividade e sem a possibilidade de receber diretamente os raios solares, variando de acordo com as condições de solo, da cultura e do clima. Mas se pode tomar como referência 1L de composto por planta. Essa proporção é recomendada para fruteiras de três meses da época de germinação. Para plantas de pequeno porte como verduras e legumes, recomenda-se 20L por cada metro quadrado de canteiro.

### **IMPORTÂNCIA**

A compostagem pode ser considerada um processo satisfatório do ponto de vista tecnológico para o tratamento dos resíduos. Através destes processos se obtém uma estabilização acelerada do material (Relação C/N mais baixa) e homogeneização, que viabiliza o aproveitamento de resíduos gerados. Do ponto de vista agrônomo, este processo tem uma grande importância, pois uma quantidade considerável de nutrientes estará retornando para o solo na forma mineral e orgânica, proporcionando melhorias químicas, físicas e biológicas.

### **LOCAL DE INSTALAÇÃO DO PROJETO PILOTO 1**

- ENDEREÇO;
- MEDIDAS;
- DIMENSÕES;
- FOTOS DO LOCAL;
- FOTOS DA INSTALAÇÃO DE ESTRUTURA PARA REALIZAÇÃO DO PROJETO.





## MUNICÍPIO DA ESTÂNCIA BALNEÁRIA DE PRAIA GRANDE

Estado de São Paulo

SECRETARIA DE SERVIÇOS URBANOS

---

### MATERIAL DE APOIO:

<https://www.youtube.com/watch?v=9FernwdQVvc>

<https://www.youtube.com/watch?v=9eiRbVzmjww>

[fnma@mma.gov.br](mailto:fnma@mma.gov.br)

<https://moradadafloresta.eco.br/compostagem/compostagem-termofilica-em-leiras/>

[https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/Livro\\_Compostagem.pdf](https://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/Livro_Compostagem.pdf)

[http://web-resol.org/cartilhas/cartilha\\_da\\_compostagem.pdf](http://web-resol.org/cartilhas/cartilha_da_compostagem.pdf)