

# COMPOSTO



## Guia de Compostagem Agrícola

Departamento de Recursos Agrícolas de Massachusetts  
Divisão de Conservação Agrícola e Assistência Técnica

[mass.gov/agr](https://mass.gov/agr)

Revisão 2023

# Índice

Introdução.....	1
<b>Parte I:</b> Regulamentações e Processo de Registro .....	<b>2</b>
<b>Parte II:</b> Ciência Básica da Compostagem .....	<b>6</b>
<b>Parte III:</b> Desenvolvimento da Receita de Compostagem.....	<b>11</b>
<b>Parte IV:</b> Métodos de Compostagem .....	<b>14</b>
<b>Parte V:</b> Seleção do Local.....	<b>17</b>
<b>Parte VI:</b> Projeto do Local .....	<b>20</b>
<b>Parte VII:</b> Operação e Manutenção.....	<b>23</b>
<b>Parte VIII:</b> Processo para Redução Adicional de Patógenos .....	<b>27</b>
<b>Parte IX:</b> Preparando um Plano de Instalação de Compostagem.....	<b>29</b>
<b>Parte X:</b> Preparando um Plano de Gestão de Odores .....	<b>32</b>
<b>Apêndice A</b>	
Registro de Monitoramento de Temperatura de Pilha/Janela .....	<b>35</b>
<b>Apêndice B</b>	
Plano de Gestão de Odores .....	<b>36</b>



# Introdução

Essas diretrizes são voltadas principalmente aos agricultores de Massachusetts que praticam compostagem agrícola e, mais especificamente, àqueles que desejam compostar materiais que não são provenientes de suas próprias operações agrícolas. Embora o Estado de Massachusetts reconheça e incentive a compostagem nas fazendas, existem aspectos ambientais e regras estaduais que determinam quando uma fazenda pode precisar de uma licença ou de um registro de compostagem.

O processo de compostagem deve resultar em um material utilizável, de boa qualidade e com valor para aplicação no solo. Este guia apresenta os principais elementos da compostagem que todos os operadores devem compreender antes de iniciar essa prática. A Parte I aborda as regulamentações estaduais e o processo de registro. A Parte II explora a ciência da compostagem, um processo biológico que exige conhecimento básico. A Parte III trata do desenvolvimento da receita de compostagem. A Parte IV detalha os métodos predominantes utilizados. As Partes V e VI discutem o planejamento para escolha e projeto do local. A Parte VII explica os procedimentos de operação e manutenção necessários para uma gestão eficaz da compostagem. A Parte VIII aborda o Processo para Redução Adicional de Patógenos (PFRP), uma prática recomendada que pode eliminar a necessidade de intervalo antes da colheita de alimentos. A Parte IX apresenta os dados exigidos para o Plano de Compostagem no Registro Agrícola junto ao Departamento de Recursos Agrícolas de Massachusetts (MDAR). A Parte X trata do controle de odores e da elaboração do Plano de Gerenciamento de Odores.

# 1

## Regulamentações e Processo de Registro



### Contexto Regulatório

As regulamentações do Programa de Compostagem Agrícola do MDAR, 330 CMR 25.00, definem Compostagem como: “O processo de biodegradação acelerada de Materiais Orgânicos usando microrganismos sob condições controladas na presença de oxigênio, utilizando leiras reviradas, pilhas estáticas aeradas ou sistemas fechados (in-vessel).” Compostagem Agrícola é definida como “A Compostagem de Materiais Agrícolas e outros Materiais Compostáveis em uma Unidade Agrícola, resultando em Composto estabilizado adequado para usos agrícolas e hortícolas.” A compostagem agrícola é um subconjunto específico da atividade de compostagem. Dependendo da escala da operação, localização, tipos e origens dos materiais compostados, a compostagem pode ser vista como uma prática agrícola ou como gestão de resíduos sólidos. Essa é uma distinção importante, pois determina quais regulamentações se aplicam e qual agência reguladora possui jurisdição.

O Departamento de Proteção Ambiental (“MassDEP”) mantém autoridade regulatória primária sobre a compostagem em Massachusetts, sob 310 CMR 16.00, *Designação de Local para Instalações de Resíduos Sólidos*. Fazendas que desejam realizar Compostagem Agrícola podem utilizar a seguinte isenção dentro deste regulamento e solicitar ao MDAR o registro como Compostador Agrícola:

310 CMR 16.03 (c) Manuseio ou Disposição de Materiais Orgânicos.

1. Atividades Localizadas em uma Unidade Agrícola. Atividades situadas em uma unidade agrícola, conforme definido em 330 CMR 25.02: *Definições*, desde que o proprietário e o operador estejam em conformidade com as regulamentações e diretrizes do Departamento de Recursos Agrícolas.

Se o Departamento de Recursos Agrícolas determinar que a atividade em uma determinada unidade agrícola não está mais sob a regulamentação do MDAR, então o proprietário e o operador estarão sujeitos ao 310 CMR 16.00.

## Papel do Departamento de Recursos Agrícolas

O MDAR é responsável por administrar um Programa de Compostagem Agrícola para registrar as operações que se qualificam para a isenção de “Atividades Localizadas em uma Unidade Agrícola” mencionada anteriormente. As regulamentações do Programa de Compostagem Agrícola do MDAR, 330 CMR 25.00, podem ser encontradas em [www.mass.gov/agricultural-composting-program](http://www.mass.gov/agricultural-composting-program). Uma operação agrícola só precisa se registrar junto ao MDAR se estiver planejando trazer materiais de fora da propriedade para fins de compostagem.

**A compostagem utilizando apenas matérias-primas geradas no próprio local não requer registro junto ao MDAR e não está sujeita ao regulamento 330 CMR 25.00.**

Para que o MDAR possa registrar uma operação como compostador agrícola, ela deve estar localizada em uma unidade agrícola, conforme definido no regulamento 330 CMR 25.02: Um terreno para o qual o Departamento determina que: (a) o uso é predominantemente agrícola, conforme definido em M.G.L. c. 128, § 1A; e (b) um produto agrícola é comercializado como parte normal da atividade.

De acordo com o Programa de Compostagem Agrícola do MDAR, a fazenda registrada pode compostar Materiais Agrícolas ou Orgânicos. **Materiais Agrícolas** são aqueles produzidos a partir do cultivo e processamento de plantas e animais como parte de operações agrônômicas, hortícolas, aquícolas ou silviculturais, incluindo, mas não se limitando a: esterco animal, produtos e subprodutos de origem animal (incluindo carcaças), materiais de cama e materiais vegetais. **Materiais Orgânicos** incluem quaisquer dos seguintes materiais separados na origem: material vegetal, restos alimentares, material agrícola, produtos biodegradáveis, papel biodegradável, madeira limpa ou resíduos de jardim.

**Material Orgânico não inclui Resíduos de Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário, cuja aplicação no solo é regulamentada pelo MassDEP.**

## Processo de Registro para Compostagem Agrícola

Operações agrícolas qualificadas que desejam obter um Registro de Compostagem Agrícola (“Registro”) junto ao MDAR devem preencher o “Formulário de Inscrição para Registro de Compostagem Agrícola”, disponível no site do MDAR ([www.mass.gov/agricultural-composting-program](http://www.mass.gov/agricultural-composting-program)) ou solicitá-lo entrando em contato com o escritório do MDAR.

Quando o MDAR recebe um Formulário de Registro de Compostagem Agrícola, ele é analisado para verificar se está completo, a fazenda é contatada, e uma visita ao local é agendada para que a equipe do MDAR veja o local proposto para a compostagem e discuta o plano operacional. Os seguintes tipos de perguntas são considerados ao avaliar a adequação à isenção agrícola:

- Operação de compostagem está em uma Unidade Agrícola?<sup>1</sup>
- Produto agrícola é vendido como parte normal da atividade?
- Os materiais descritos no Plano de Compostagem são permitidos para compostagem conforme 310 CMR 16.00 e 330 CMR 25.00?
- Quão integrada está a operação de compostagem à atividade agrícola? As regulamentações do Programa de Compostagem Agrícola do MDAR exigem no mínimo 25% de insumos provenientes da fazenda, OU que 25% do composto final seja utilizado na própria fazenda para fins agrícolas.
- Quais são as características da vizinhança? A operação está em área rural ou residencial? Qual é a proximidade da compostagem proposta em relação aos vizinhos? Que tipo de estradas dão acesso à fazenda? O local está a pelo menos 30 metros da divisa? Com base nos materiais e volumes a compostar, esse recuo é suficiente? O local está oculto dos vizinhos por distância e barreiras visuais?
- Qual é o nível de conhecimento do operador sobre compostagem? O operador concluiu um curso básico de compostagem? Ele tem tempo disponível para se dedicar à gestão da operação?

Após a visita ao local, se o Registro for concedido, um Certificado de Registro será enviado ao requerente, com validade a partir da data de emissão até 31 de março seguinte. Pelo menos 30 dias antes do início, o proprietário ou operador de novas Operações de Compostagem Agrícola registradas deve enviar uma cópia do Registro ao Conselho de Saúde local e fornecer prova de envio ao Departamento. Após esse período de 30 dias, o Certificado de Registro permite ao requerente compostar os materiais especificados, da forma e no local descritos na solicitação.

A cada ano, o registrante receberá do MDAR um formulário de Relatório Anual e um Pedido de Renovação, que deverão ser preenchidos e devolvidos antes de 15 de fevereiro, para que o registro seja mantido para o ano seguinte (de 1º de abril a 31 de março). O registrante poderá ser solicitado a fornecer outras informações ao MDAR, se requisitado. O MDAR poderá cobrar uma taxa pelo Registro e pela renovação, conforme permitido por lei. Uma vez emitido o Registro, o registrante deve garantir que a operação de compostagem agrícola continue em conformidade com os regulamentos.

Uma operação de compostagem agrícola deve cumprir os requisitos estabelecidos nos regulamentos 310 CMR 16.00 e 330 CMR 25.00. O MDAR está autorizado a suspender ou revogar um Registro caso o requerente forneça informações falsas, enganosas ou imprecisas sobre a Operação de Compostagem Agrícola, ou se a operação registrada estiver em violação do Registro, da legislação estadual ou federal, ou das Diretrizes de Compostagem Agrícola. A suspensão ou revogação do Registro também revogará o status de isenção, e, assim, a operação estará sujeita ao regulamento de Designação de Local para Instalações de Resíduos Sólidos do MassDEP, 310 CMR 16.00.

1 Unidade Agrícola: Um terreno para o qual o Departamento determina que (a) o uso é predominantemente agrícola, conforme definido em M.G.L. c. 128, § 1A.

Aplicação de composto  
em terras cultiváveis  
usando um espalhador.





# 2 Ciência Básica da Compostagem

A compostagem é um processo biológico controlado que utiliza microrganismos naturalmente presentes na matéria orgânica e no solo para decompor materiais orgânicos. Esses microrganismos requerem nutrientes básicos, oxigênio e água para que a decomposição ocorra de forma acelerada. Os materiais usados na compostagem são frequentemente chamados de “matéria-prima”. O produto final, o composto, é um material marrom-escuro, semelhante ao húmus, que pode ser manuseado, armazenado e aplicado ao solo com segurança, funcionando como um valioso corretivo. O processo de compostagem depende de diversos fatores, incluindo: população de microrganismos, relação carbono-nitrogênio da matéria-prima, oxigênio, temperatura, umidade, área de superfície, pH e tempo. Esses fatores, descritos abaixo, são interdependentes, e entendê-los é importante para gerenciar bem uma operação de compostagem.

## Microorganismos



Organismos microscópicos são responsáveis por decompor materiais orgânicos, utilizando-os como alimento e liberando dióxido de carbono, vapor d’água e calor durante o processo. Eles se multiplicam rapidamente e decompõem de forma mais eficiente

quando têm alimento (ou seja, a matéria-prima do composto) com os elementos certos. Cabe ao compostador manter o equilíbrio adequado dessas condições para estimular a atividade microbiana e acelerar o processo de decomposição. Mais informações sobre o Desenvolvimento da Receita podem ser encontradas na **Parte III**.

## Nutrientes – Relação Carbono-Nitrogênio



A disponibilidade e a proporção de nutrientes, especialmente carbono e nitrogênio, podem ser um fator limitante no processo de compostagem. Os microrganismos precisam de carbono como fonte de energia e de nitrogênio para síntese de proteínas, a fim de crescer e se multiplicar. A taxa de decomposição depende do equilíbrio entre carbono e nitrogênio na matéria-prima. Para uma decomposição rápida, a proporção ideal entre carbono e nitrogênio é de 30 para 1 (30:1). Essa proporção representa 30 partes de carbono para 1 parte de nitrogênio em peso. De modo geral, uma faixa de 20:1 a 40:1 é considerada aceitável.

Com uma relação superior a 40:1, o nitrogênio se torna o fator limitante e a taxa de decomposição diminui. Exemplos de materiais com alta relação C:N incluem: folhas secas, serragem, cavacos de madeira e produtos de papel. Materiais ricos em carbono tendem a ser secos e porosos. Esses materiais podem ser misturados com outros de menor relação C:N para atingir uma proporção total dentro da faixa ideal.

Com relação C:N abaixo de 20:1, o excesso de nitrogênio pode ser liberado como amônia ou óxido nitroso, reduzindo o valor nutritivo do composto. Exemplos de materiais com baixa C:N incluem esterco de aves, grama fresca e resíduos alimentares. Esses materiais são úmidos, densos e geralmente odoríferos. Por isso, devem ser misturados com materiais de alta C:N para aumentar o carbono, absorver umidade e melhorar aeração na pilha.

## Oxigênio



Os microrganismos responsáveis principalmente pela decomposição rápida são aeróbicos (necessitam de oxigênio). Se o teor de oxigênio cair abaixo de 5%, esses organismos aeróbicos morrem e são substituídos por microrganismos anaeróbicos (que não necessitam de oxigênio). Organismos anaeróbicos atuam com menor eficiência, o que leva a uma decomposição mais lenta. Além disso, os subprodutos da digestão anaeróbica incluem metano, amônia e sulfeto de hidrogênio, que podem causar odores fortes e desagradáveis.

Se houver oxigênio suficiente durante a compostagem, os odores são reduzidos e a decomposição continua rápida. Na compostagem em leiras revolvidas, virar a pilha adiciona oxigênio à mistura. Outros métodos, como sistemas aerados estáticos ou fechados, usam mecanismos para injetar ar e manter condições aeróbicas. O tamanho da leira e a densidade do material também influenciam a aeração, pois pilhas grandes e pesadas respiram com mais dificuldade que pilhas menores.

## Umidade



A atividade microbiana ocorre em uma película de umidade na superfície das partículas de material orgânico. A umidade é essencial para dissolver os nutrientes utilizados pelos microrganismos e criar um ambiente favorável ao crescimento populacional.

O teor ideal de umidade para compostagem é de 50 a 60%, em peso. Pouca umidade inibe a atividade microbiana e desacelera o processo, enquanto umidade em excesso restringe o fluxo de oxigênio, pois os espaços porosos ficam cheios de água, criando condições anaeróbicas. Se os níveis de oxigênio caírem demais, será necessário revirar a pilha de composto.

## Temperatura



O calor é gerado à medida que os microrganismos decompõem o material orgânico. Por isso, a temperatura é o melhor indicador da taxa de decomposição em uma pilha de composto. Existem duas faixas de temperatura nas quais ocorre a maior parte do processo de compostagem. Cada faixa corresponde aos tipos de microrganismos mais ativos em cada condição. Tanto a faixa mesofílica (50-150°F) quanto a termofílica (acima de 105°F) favorecem a decomposição, mas a fase mais ativa — com decomposição mais rápida — ocorre principalmente na faixa termofílica. É também nessa faixa que patógenos e sementes de plantas daninhas são destruídos. Na compostagem em leiras revolvidas, a temperatura deve atingir pelo menos 131°F por no mínimo 15 dias (3 dias em sistemas aerados estáticos ou fechados), com reviramento da pilha cinco vezes para garantir a eliminação de patógenos humanos. Veja a seção sobre o Processo para Redução Adicional de Patógenos para mais informações. A maioria das sementes de plantas daninhas é destruída a 140°F.

Quando a temperatura ultrapassa 140°F, a taxa de decomposição começa a diminuir, pois uma classe menos eficiente de organismos termofílicos passa a predominar. Por isso, recomenda-se manter temperaturas entre 100°F e 140°F para uma compostagem eficiente durante a fase ativa. Quando a temperatura sai dessa faixa ideal, geralmente é porque o nível de oxigênio caiu demais ou a umidade deixou de ser adequada (muito seca ou muito úmida). Monitorar a temperatura da pilha de compostagem é um bom indicativo de quando medidas corretivas podem ser necessárias para manter ou restabelecer condições eficientes. Revolver as pilhas de composto ajuda bastante a moderar a temperatura.

## Área da Superfície / Tamanho das Partículas



A atividade dos microrganismos durante a decomposição ocorre na área superficial do material orgânico. Partículas menores oferecem maior área de superfície por unidade de volume, o que aumenta a atividade biológica. Além disso, os nutrientes ficam mais disponíveis quando o material está fisicamente fragmentado. Por isso, matérias-primas com partículas menores, como folhas trituradas em vez de folhas inteiras, se decompõem mais rapidamente. No entanto, é importante lembrar que materiais com partículas muito finas, como serragem, podem ficar anaeróbicos devido à compactação e à redução do fluxo de oxigênio. Assim, recomenda-se uma mistura de tamanhos e texturas de partículas para uma compostagem ideal.

## pH



O processo de compostagem gera um produto final com pH quase neutro, independentemente do pH dos materiais utilizados no início. Normalmente, não é necessário aumentar o pH com cal ou cinzas e, na verdade, isso pode elevar demais o pH, resultando na formação e perda de amônia. Certas matérias-primas, como o oxicoco (cranberry), possuem pH naturalmente muito baixo e exigem uma receita e um processo bem planejados para evitar problemas durante a compostagem.

## Tempo



A compostagem é um processo de decomposição acelerado; no entanto, o tempo necessário para transformar os materiais crus em composto estabilizado e finalizado pode variar bastante. Utilizando o método de leiras (com manejo adequado), é razoável produzir composto pronto em até um ano. Se as pilhas forem revolvidas com pouca frequência ou a relação C:N estiver muito alta, o processo pode levar um ano ou mais. Sistemas de compostagem mais avançados, como os aerados estáticos ou fechados (in-vessel), podem reduzir significativamente o tempo de compostagem.

Existem duas fases principais na compostagem. A primeira é a fase mais ativa do processo. Nela, as temperaturas oscilam entre as faixas termofílica e mesofílica, e a decomposição é rápida. Uma pilha de composto recém-formada atinge altas temperaturas rapidamente e, à medida que os microrganismos consomem o oxigênio disponível, tornam-se menos ativos e a temperatura cai. Ao adicionar mais oxigênio com o revolvimento, os microrganismos voltam a se multiplicar rapidamente, e a fase ativa continua até que o oxigênio se esgote novamente.

Esse ciclo se repete — queda de temperatura, aeração, aumento de temperatura — até que toda a matéria orgânica facilmente digerível seja consumida. Quando a temperatura não voltar a subir após o revolvimento, o composto estará pronto para a fase de “cura”.

Na fase de cura, diferentes microrganismos continuam a decompor o material, mas em temperaturas mais baixas. Essa fase pode durar de um a vários meses, durante os quais o composto se estabiliza, e subprodutos como a amônia deixam de ser gerados em quantidades que possam prejudicar as plantas quando o composto é aplicado ao solo.

**Nova base de compostagem  
antes do uso.**



# 3

## Desenvolvimento da Receita de Compostagem



Assim como ao fazer um bolo, uma boa receita é parte essencial de um processo de compostagem controlado. O objetivo é fornecer os nutrientes e condições favoráveis ao crescimento de microrganismos aeróbicos e à decomposição eficiente dos materiais orgânicos escolhidos. Cada matéria-prima possui nutrientes e características que determinam sua adequação à compostagem e quais materiais podem ser combinados para melhorar a receita. Conhecer os materiais é fundamental. Existem muitos valores de referência disponíveis, mas testes laboratoriais podem ser úteis e, às vezes, necessários. Vários fatores influenciam a adequação de um material, mas os três principais são: Relação Carbono-Nitrogênio, Teor de Umidade e Densidade Aparente.

### Carbono:Nitrogênio

Todos os materiais orgânicos contêm carbono e nitrogênio — em proporções diferentes, conhecidas como “relação C:N”. Normalmente, materiais com relação C:N mais alta tendem a ser mais secos e leves (folhas, serragem, cavacos de madeira etc.), enquanto aqueles com relação C:N mais baixa costumam ser mais úmidos, pesados e frequentemente mais odoríferos (esterços, restos de comida, resíduos de peixe etc.). **Uma receita de compostagem eficaz combinará materiais para alcançar uma relação C:N de 30:1.** Como regra geral, isso normalmente equivale a três a cinco partes (em volume) de uma fonte de carbono misturadas com uma parte de uma fonte de nitrogênio. Por exemplo, uma receita como: um balde de esterco bovino (fonte de nitrogênio) misturado com um balde de cavacos de madeira (fonte de carbono) e três baldes de raspas de madeira (fonte de carbono) pode resultar em uma mistura favorável para a compostagem.

## Umidade

Todos os seres vivos precisam de água — e o composto (e os microrganismos que o formam) não é diferente. No entanto, assim como os humanos não conseguem respirar debaixo d'água, os microrganismos aeróbicos também não. Um nível de umidade entre 50% e 60% é o ideal para a compostagem. Bactérias e outros microrganismos vivem na película úmida que recobre as partículas em decomposição. Umidade em excesso pode ocupar os espaços porosos, deslocando o ar e tornando a pilha anaeróbica — um processo mais lento e muito mais fedorento. Já a falta de umidade pode interromper o processo ou, em alguns casos, criar condições propícias à combustão — o que é **EXTREMAMENTE** indesejável. Uma das formas de umidade entrar na pilha é pelos próprios materiais crus (que contêm água), por isso é importante equilibrar matérias-primas úmidas com materiais secos em sua receita.

## Densidade Aparente

O peso de um determinado volume de material é chamado de "densidade aparente". Geralmente, é medido em libras por jarda cúbica. Densidade aparente excessiva pode dificultar o processo de compostagem, pois restringe a capacidade da pilha de "respirar". Materiais muito pesados (densos) tendem a compactar, reduzindo os espaços porosos e levando rapidamente a condições anaeróbicas. A densidade aparente também pode influenciar o tamanho máximo da pilha, já que pilhas maiores com alta densidade não permitem boa circulação de ar. Assim, receitas com alta densidade exigem pilhas menores.

Normalmente, as receitas começam com os materiais disponíveis. Por exemplo, fazendas leiteiras, haras e granjas geralmente têm esterco em quantidade. Às vezes, o esterco (e o material de cama) pode se compostar bem sem adições. No entanto, a umidade, o teor de nitrogênio ou a densidade podem não ser ideais, exigindo a adição de materiais complementares. Como mencionado, o objetivo é criar condições favoráveis para o crescimento microbiano. Se o esterco estiver muito denso ou úmido, o material complementar deve ajudar a distribuir a umidade e reduzir a densidade — nesse caso, materiais com alto teor de carbono, como raspas de madeira ou folhas, misturados ao esterco, podem cumprir essa função.

Materiais com alto teor de nitrogênio e umidade costumam ser odoríferos ao chegar — senão ao chegar, pouco depois. Esses materiais devem ser incorporados imediatamente a uma **receita adequada** — uma que equilibre:

- A alta umidade do material úmido com um material seco e rico em carbono, como folhas ou raspas de madeira, para atingir um teor de umidade entre 50% e 60%.

- O alto teor de nitrogênio do material úmido com o alto teor de carbono do material seco para atingir uma relação C:N de 30:1.
- A alta densidade aparente (peso) do material úmido com a densidade mais baixa do material seco para atingir uma densidade aparente de 800 a 1.000 libras por jarda cúbica.



“teste do aperto” deve se assemelhar à sensação de uma esponja bem torcida.

Geralmente, isso não é tão complicado quanto parece. Muitas vezes, a receita pode ser estimada combinando de 3 a 5 partes de uma fonte de carbono (folhas, raspas de madeira etc.) com 1 parte de uma fonte de nitrogênio (como esterco).

O teor de umidade da mistura pode ser estimado com um simples teste do aperto: com uma mão enluvada, pegue um punhado do material e aperte. O material deve ter a sensação de uma esponja bem torcida. Líquido não deve escorrer da mão, mas você deve notar um leve brilho entre os dedos. Se houver umidade em excesso, provavelmente será necessário adicionar mais material seco e rico em carbono para equilibrar a receita.



Teste do balde pode ajudar a determinar a densidade aparente.

Um simples “teste do balde” pode fornecer uma estimativa da densidade aparente de um material ou de uma receita, facilitando ajustes na formulação do composto. O teste é feito com um balde de 5 galões e uma balança de banheiro:

1. Coloque o balde sobre a balança e faça a tara do peso do balde (zerando a balança).
2. Com uma pá, encha o balde até 1/3 de sua capacidade e, em seguida, deixe-o cair 10 vezes para assentar o material.
3. Encha o balde até 2/3 e novamente deixe-o cair 10 vezes para assentar.
4. Encha o balde até e novamente deixe-o cair para assentar o material.
5. Nivele o material com a borda do balde.
6. Coloque o balde na balança, o peso deve estar entre 20 e 25 libras. Isso equivale a 800 – 1.000 libras/m<sup>3</sup>.
7. Se o material estiver muito pesado ou muito leve, ajuste a receita de compostagem conforme necessário.

# 4

## Métodos de Compostagem



Existem quatro métodos básicos de compostagem, dos quais três serão abordados aqui. O quarto, a compostagem passiva, é um método não controlado que, geralmente, gera odores, exige tempos muito longos de compostagem e, por isso, não é recomendado pelo MDAR na maioria das situações.

### Compostagem em Leiras Revolvidas

A compostagem em leiras revolvidas é o método mais utilizado em compostagem agrícola. O composto é disposto em pilhas longas e estreitas. O tamanho das leiras é um fator importante para a eficácia do processo e deve ser definido com base nas características dos materiais, no equipamento usado para revolver, e nas condições de temperatura e umidade da pilha. Na maioria dos casos, as leiras recém-formadas não devem ultrapassar 7 libras de altura, para que assentem e fiquem com cerca de 6 libras. Muitas vezes, leiras ainda menores são mais adequadas, dependendo das condições da pilha. Essa prática mantém as pilhas mais aeróbicas e favorece temperaturas na faixa ideal de 120-140°F. Se a leira for muito grande ou o material muito denso, o fluxo de ar será prejudicado, gerando condições anaeróbicas, decomposição lenta e mau cheiro. O comprimento das leiras geralmente é determinado pelas limitações do local ou pelo volume de material necessário para manter lotes com materiais de mesma idade.





O formato das leiras é outro fator importante no processo de compostagem. Uma leira bem construída “respira” ao puxar o ar pela base e liberá-lo pelo centro ou topo da pilha. Pilhas muito altas e largas tendem a superaquecer e podem desenvolver condições anaeróbicas em seu núcleo. Leiras com formato triangular e tamanho adequado facilitam a compostagem aeróbica e ainda ajudam a escoar a água da chuva, reduzindo as chances de criar ambientes anaeróbicos.

Se as temperaturas das leiras estiverem rotineiramente muito altas, isso pode indicar que a pilha está grande demais, já que pilhas maiores retêm mais calor por efeito de isolamento. Reduzir o tamanho da leira pode ser uma solução. No inverno, as leiras podem ser um pouco maiores para conservar o calor e manter a compostagem ativa. Compostos mais antigos — que exigem menos oxigênio e geram menos energia — podem ser reunidos em pilhas ligeiramente mais altas à medida que amadurecem. Também é importante lembrar que pilhas maiores retêm mais umidade, o que pode ser benéfico ou prejudicial, dependendo da umidade presente nos materiais.

A frequência de revolvimento das leiras deve ser determinada com base no monitoramento da pilha, na observação do processo e nas condições climáticas. Conforme a decomposição avança, o volume da pilha pode diminuir de 25% a 75% em relação ao volume original, dependendo da densidade da mistura. Duas ou mais leiras podem então ser combinadas para abrir espaço para novos materiais.

## Pilhas Estáticas Aeradas

Uma camada de base de material poroso, como cavacos de madeira grossos (chamada de “plenum”), é formada ao redor de tubos perfurados. Os materiais crus para compostagem são bem misturados e depois empilhados sobre essa



**Sistema de Compostagem em Caixotes Estáticos Aerados**



base. A pilha pode ser coberta com um geotêxtil ou com uma camada de composto pronto para ajudar a reter odores, calor e umidade. As pilhas não são revolvidas, mas sim aeradas por sopradores mecânicos que forçam a entrada de ar (ou sugam o ar) através dos tubos.

## Compostagem em Sistema Fechado

Este método utiliza uma variedade de técnicas de aeração, todas envolvendo o confinamento do composto. O tempo inicial de compostagem pode ser bastante curto – apenas algumas semanas, o que ajuda no controle de odores durante essa fase; no entanto, o material ainda está biologicamente ativo e precisa ser manejado até concluir a cura. Os custos iniciais de desses

sistemas (compra e instalação) podem ser altos, mas podem ser muito eficazes nas condições adequadas.



**Sistema de compostagem em recipiente fechado do tipo tambor rotativo.**

# 5

## Seleção do Local



A escolha adequada do local é pré-requisito para a implantação de operações de compostagem seguras e eficazes. A localização da unidade de compostagem impacta diretamente o nível de preparação do terreno e as medidas necessárias para atender aos requisitos ambientais e regulatórios.

### Proteção dos Recursos Hídricos

Os locais precisam ser avaliados quanto ao seu potencial de impacto sobre os recursos hídricos. As principais preocupações incluem a proximidade de fontes de água, áreas úmidas, planícies de inundação, corpos d'água superficiais e a profundidade até o lençol freático.

1. Locais não devem ser localizados a menos de 250 libras de um poço particular.
2. As operações devem ser localizadas de acordo com a Lei de Proteção de Áreas Úmidas de Massachusetts. Segundo os regulamentos, a instalação de áreas de compostagem e armazenamento é considerada uma “melhoria normal de terras em uso agrícola” quando ocorre em terras agrícolas, quando está **diretamente relacionada à produção ou criação de determinadas commodities agrícolas** e quando é realizada de modo a evitar erosão e o assoreamento de corpos d'água e áreas úmidas adjacentes.
3. Os locais devem estar situados a uma distância que garanta a inexistência de impactos adversos potenciais provenientes do escoamento do composto para corpos d'água superficiais.

4. Locais que compostarem mais do que o mínimo de material devem construir uma área de compostagem levemente inclinada, ou com superfície melhorada (brita, cascalho, pavimento etc.), para evitar sulcos causados pelo uso constante de equipamentos e facilitar a manutenção das pilhas.
5. Recomenda-se uma barreira de desvio no lado mais alto do local de compostagem para reduzir o fluxo de água limpa sobre a área. No lado mais baixo, recomenda-se um filtro, como uma pequena barreira de cavacos de madeira ou faixa de grama, para reduzir o escoamento de nutrientes ou sedimentos. Uma bacia de retenção também pode ser usada para captar essa água.
6. Devem ser evitados locais onde o lençol freático se eleva a menos de 4 libras ou onde o afloramento rochoso esteja a menos de 5 libras da superfície. Essas condições podem tornar a área de operação excessivamente úmida e aumentar o risco de nutrientes infiltrarem no lençol freático.

## Faixa de Proteção para Usos Sensíveis do Solo

Com o ritmo recente de ocupação do solo em Massachusetts, muitos agricultores têm encontrado novos vizinhos que gostam da ideia de viver ao lado de uma fazenda, mas não dos odores e ruídos que ela produz. Nessas situações, a proximidade de residências, escolas ou parques pode, na verdade, justificar o uso da compostagem em vez das práticas alternativas de espalhar ou estocar esterco cru. No entanto, o manejo do local de compostagem torna-se **especialmente crítico** quando há usos sensíveis do solo nas proximidades.

Faixas de proteção, por meio de distanciamento e/ou barreiras visuais, podem ajudar significativamente a reduzir incômodos reais ou percebidos relacionados a ruídos, odores, lixo e questões estéticas frequentemente associadas às operações de compostagem. Recomenda-se uma distância mínima de 300 libras entre a área de compostagem e a residência mais próxima, e o **local deve estar a pelo menos 100 libras da divisa da propriedade**. O mais importante é que a faixa de proteção seja suficiente para atender às preocupações razoáveis dos vizinhos. Mantenha as atividades o mais distante possível da linha de divisa.

## Requisitos de Área

Os locais devem ter tamanho adequado para lidar com o volume projetado de material a ser compostado. As regulamentações do MDAR exigem que a área de compostagem esteja vinculada ao tamanho da fazenda, sendo limitada a no máximo 10% da Área de Produção Comercial da propriedade, com área máxima de compostagem (independentemente do tamanho da fazenda) de 10 acres.

É permitido um máximo de 5.000 jardas cúbicas de material de compostagem *por acre da área de compostagem*, e o volume total de material (incluindo matéria-prima, composto em processo e composto finalizado) é de 15.000 jardas cúbicas. Assim, se uma fazenda desejar compostar 10.000 jardas cúbicas de material, a área de compostagem precisaria ter pelo menos 2 acres, e a área de produção comercial da fazenda precisaria ter pelo menos 20 acres.

Além da área ocupada pelas pilhas ou leiras de composto, deve-se considerar o espaço necessário para a recepção e mistura dos materiais, manobra de equipamentos, áreas de cura, armazenamento do composto finalizado e faixas de proteção entre o local de compostagem e usos sensíveis do solo. Todas essas áreas são incluídas no cálculo do tamanho permitido para uma área de compostagem em uma fazenda registrada no MDAR.

O ponto principal é que a operação não deve manter um volume de material que não possa ser gerenciado adequadamente. Em geral, quanto menos intensamente as pilhas forem manejadas, maior será a área necessária, pois o tempo de compostagem será mais longo. Se as pilhas forem revolvidas com frequência ou se o ar for injetado em pilhas estáticas por meio de tubos perfurados, o tempo de compostagem será reduzido e uma área menor será suficiente para um mesmo volume de material.

## Topografia

A preparação do local pode representar um custo inicial significativo para operações de compostagem. Locais que irão compostar mais do que uma quantidade mínima de material deve contar com uma plataforma de compostagem levemente inclinada ou com superfície melhorada (concreto britado, cascalho, base de pavimentação, concreto, asfalto etc.), para reduzir a formação de sulcos causada pelo uso repetido de equipamentos e permitir a manutenção adequada das pilhas de composto. Locais abertos, quase nivelados e que exijam pouca preparação superficial são preferíveis. Uma inclinação suave (1% a 3%) é ideal para permitir o escoamento da água e evitar acúmulo. Compostar em áreas com inclinação acentuada pode dificultar a manobra de equipamentos e causar problemas de escoamento e erosão. Esses locais devem ser evitados sempre que possível.

## Acessibilidade

As operações de compostagem devem ser facilmente acessíveis a todos os veículos e equipamentos que normalmente circularão no local. Os locais devem ser protegidos contra acessos indiscriminados que possam resultar em vandalismo ou descarte indevido de materiais. Se a entrada principal da propriedade estiver próxima de muitas residências ou de outros usos sensíveis do solo, considere, se possível, utilizar entradas alternativas e mais afastadas para os caminhões envolvidos na operação de compostagem.



# 6

## Projeto do Local

Uma vez selecionado, o local de compostagem deve ser projetado para promover uma operação eficiente e minimizar impactos ambientais negativos. Os requisitos de projeto irão variar conforme o método de compostagem, o tipo de equipamento utilizado e as características físicas do terreno. Agricultores devem considerar os seguintes aspectos ao planejar a compostagem de volumes significativos de materiais.

### Preparação da Superfície

O método mais comum de compostagem em propriedades rurais envolve a formação de leiras que são revolvidas com uma pá carregadeira frontal. Isso exige uma superfície capaz de suportar o uso frequente de equipamentos pesados, resistir à ação de raspagem do balde e evitar a formação de sulcos causados pelos pneus.

Frequentemente, é recomendável construir uma plataforma de compostagem — uma superfície firme onde o processo ocorre — usando materiais adequados para o uso repetido de máquinas pesadas, como base de pavimentação, concreto britado, cascalho compactado ou uma superfície impermeável de asfalto ou concreto. As áreas mais utilizadas (como a zona de recebimento e mistura dos materiais, e a fase ativa da compostagem em leiras) devem ser priorizadas no projeto e na construção da plataforma. Uma plataforma de compostagem bem construída e mantida ajuda a evitar sulcos ou acúmulo de água, além de manter o material orgânico em decomposição separado do solo (plataforma).

Caso ocorra formação de sulcos, a plataforma deve ser nivelada para eliminar poças. Água parada na base das leiras pode gerar condições anaeróbicas na pilha,

e resultar em compostagem ineficiente e odores. O acúmulo de água devido a sulcos causados por equipamentos deve ser evitado a todo custo. O projeto e a construção da área de descarregamento e mistura dos materiais na plataforma de compostagem são partes importantes da operação. Como essas áreas são muito utilizadas — muitas vezes por equipamentos pesados —, deve-se dar atenção especial ao tipo de material utilizado na preparação da superfície. Essa é uma das partes do local que mais provavelmente exigirá manutenção, e é essencial mantê-la em boas condições.

## Drenagem e Manejo do Escoamento Superficial

As leiras devem ser posicionadas no sentido do declive, e não atravessando o terreno, permitindo que a água da chuva escoe entre as fileiras. O escoamento da área de compostagem deve ser controlado para evitar erosão e não atingir corpos d'água. Uma forma simples de reduzir o fluxo e remover contaminantes é usar uma barreira de cavacos de madeira grossos e uma área gramada ampla e nivelada logo abaixo das leiras. A barreira ajuda a filtrar o escoamento da plataforma, enquanto a grama ajuda a reter nutrientes. Em locais com relevo desfavorável, podem ser necessárias valas de desvio e bacias de contenção.

Além disso, é importante reduzir a entrada de água na área de compostagem vinda de partes mais altas do terreno. A água deve ser desviada ao redor do local para manter a compostagem seca. Bermas e valas de desvio podem ser construídas para impedir que a água da encosta chegue ao local.

## Estradas

As estradas de acesso devem ser projetadas para facilitar ao máximo o descarregamento e a retirada de materiais. Sempre que possível, devem permitir um fluxo circular de tráfego. As vias devem ser capazes de suportar veículos de entrega e de emergência durante todas as estações do ano, e ser projetadas para minimizar erosão e poeira.

## Telamentos Visuais

Telamentos visuais devem ser considerados em fazendas localizadas em áreas mais povoadas. Preservar a estética do bairro ajuda muito a reduzir a oposição às operações de compostagem. Há várias opções para bloquear a visibilidade de vizinhos e vias públicas, como plantar ou manter moitas densas, construir um aterro alto, cercas ou posicionar galpões estrategicamente.

## Controle de Acesso

Controlar o acesso ao local evita despejo ilegal e vandalismo. O nível de segurança necessário depende do risco de ocorrências ilícitas. Portões, cercas ou cabos nos pontos de entrada ajudam a impedir o acesso fácil. Barreiras naturais também são bons inibidores.

## Sinalização

Embora a maioria das operações de compostagem em fazendas não precise de placas, aquelas que são mais visíveis ou que incentivam o descarte por terceiros podem se beneficiar de sinalização adequada. Uma placa pode ser colocada em cada entrada indicando o nome, tipo e responsável pela operação. Placas internas ajudam a orientar veículos, indicar áreas de carga e descarga e locais proibidos.

## Abastecimento de Água no Local

Algumas operações podem precisar de uma fonte de água para umedecer as pilhas caso fiquem muito secas, além de oferecer proteção contra incêndios em áreas de compostagem maiores. Fontes possíveis incluem açudes, córregos, poços, abastecimento público ou caminhões-pipa. A necessidade de água pode variar conforme a umidade dos materiais recebidos e as condições climáticas durante o processo de compostagem.

Leira bem formada com base em bom estado.

# 7

## Operação e Manutenção



Mesmo operações bem projetadas e localizadas em locais adequados podem se tornar problemáticas se não forem corretamente operadas e mantidas. Compostagem é um processo de decomposição controlado, portanto é essencial monitorar de perto todos os aspectos da operação para evitar resultados inesperados e indesejados, que podem rapidamente gerar conflitos com vizinhos e autoridades locais, violações ambientais e um produto final de baixa qualidade. As seções a seguir descrevem brevemente áreas-chave da gestão que ajudam a garantir o sucesso da compostagem.

### Controle de Qualidade dos Materiais Recebidos

Os tipos e quantidades de materiais oriundos de fora da fazenda que serão aceitos na operação devem ser claramente especificados – de preferência por escrito – aos transportadores. Essa prática ajuda a evitar disputas, caso sejam encontrados materiais indesejados (contaminantes) em uma entrega ou se o volume deixado for maior do que o que pode ser processado adequadamente. No entanto, mesmo deixando essas condições claras aos fornecedores, toda entrega recebida na propriedade deve ser inspecionada quanto à qualidade. Infelizmente, pequenas quantidades de contaminantes físicos são esperadas, como pedaços de plástico em resíduos de jardim, e devem ser removidos ao máximo antes da mistura e compostagem dos materiais.

### Equipe e Equipamentos

Os equipamentos necessários para compostagem variam conforme o método adotado e o volume de material a ser processado. O equipamento mais básico é um carregador frontal, como trator agrícola, minicarregadeira ou pá carregadeira

articulada. Outros equipamentos podem ser necessários para atividades como: transporte ao local; mistura dos materiais; revolvimento/aeração das pilhas; monitoramento da temperatura; umidificação; peneiramento; trituração; ensacamento; e aplicação do composto final. Como em qualquer operação agrícola, é essencial que todos os equipamentos estejam em boas condições de uso.

As necessidades de pessoal variam conforme o tipo de equipamento utilizado e o volume e tipo de material processado. É ideal ter um operador presente para registrar e inspecionar as entregas, especialmente se os materiais forem propensos a gerar odores e exigirem mistura imediata com material rico em carbono. A compostagem demanda tempo significativo dos operadores, por isso, o número de funcionários e horas dedicadas deve ser definido desde o início. Planeje os períodos mais intensos da fazenda, como plantio e colheita, com pessoal extra para o composto ou reduza o recebimento de materiais nessas épocas. Evite aceitar mais material do que sua estrutura, equipe ou maquinário consegue processar com eficiência.

## Armazenamento de Materiais Antes e Depois da Compostagem

Materiais podem ser entregues em áreas de estocagem para armazenamento e mistura, ou diretamente na área de formação das pilhas. Embora a entrega direta economize tempo e custos, as áreas de estocagem agilizam o processo, permitem uma mistura mais completa e melhoram a formação das pilhas. Os materiais entregues devem ser incorporados às pilhas antes que se desenvolvam condições anaeróbias e odores. A fazenda deve garantir um bom estoque de material rico em carbono antes da chegada de materiais ricos em nitrogênio, que precisam ser misturados imediatamente.

Quando a fase ativa e de alta temperatura da compostagem termina, a pilha pode ser transferida para uma área de cura. Como os odores não são mais um problema e a aeração não é necessária, as pilhas podem ser maiores. Após a cura, quando o composto estiver pronto para uso ou venda, ele pode ser movido novamente para outro local, facilitando o transporte ou coleta. O local deve ser planejado de forma que os materiais crus e as pilhas ativas fiquem na parte inferior (descendente) do terreno, e à medida que o composto avança para a fase de cura, seja movido para a parte superior, evitando que o escoamento de água de materiais não processados contamine o composto finalizado (processado).

Todas as áreas de estocagem, mistura e armazenamento devem ser mantidas limpas e organizadas.



## Monitoramento e Gestão de Pilhas de Compostagem

Todas as condições necessárias para a atividade microbiana devem ser monitoradas e controladas dentro das pilhas de compostagem. A temperatura das leiras pode ser monitorada com um termômetro de ponteiro com haste longa (cerca de 36 polegadas) para alcançar o interior da pilha. As medições devem ser feitas em vários pontos para obter uma leitura mais precisa da pilha (ou da seção da leira) em questão. Quando a temperatura ultrapassa 160°F, a pilha deve ser revolvida para liberar o calor. Da mesma forma, se a temperatura cair abaixo de 100°F antes da estabilização, a pilha deve ser revolvida para introduzir mais oxigênio aos microrganismos. Uma pilha que continua com temperatura acima de 160°F pode estar muito grande (retendo calor por isolamento) ou pode exigir ajuste na receita.

Como descrito na Parte III, a umidade pode ser monitorada com o “teste do aperto”. Um punhado de composto deve formar uma bola e parecer úmido ao apertar, mas sem escorrer água. Se a pilha estiver seca, pode-se adicionar água com mangueira ou irrigador durante a revirada, ou revolver a pilha durante a chuva. Outra opção é achatar o topo da leira antes de uma chuva e, depois, misturar e refazer a forma após o evento. Apenas molhar o topo geralmente não é suficiente, pois a água tende a escorrer pelas laterais. Se a pilha estiver muito molhada, deve ser revolvida em dia seco, misturada a materiais secos e/ou formada em leiras menores.

## Registro de Dados

O registro de dados é um componente essencial e muitas vezes negligenciado da compostagem – além de ser uma exigência regulatória para todos os compostadores registrados na MDAR. Um livro de registro deve ser mantido para os materiais recebidos, anotando a data da entrega, tipo de material, volume e/ou peso e procedência. Também é importante documentar a mistura ou “receita” usada

usada para formar as pilhas, permitindo ajustes e a otimização da fórmula. Esses registros devem indicar as datas de formação das pilhas, leituras de temperatura, datas de revolvimento, quantidade/data de adição de água, data de junção com outra leira e data de movimentação para a fase de cura. Notas devem ser incluídas sempre que necessário.

Quando leiras são formadas ao longo do tempo, podem-se usar bandeirolas ou estacas fincadas nas pilhas para distinguir as seções mais jovens das mais antigas. Esses registros são essenciais para que o operador compreenda melhor a capacidade de processamento da operação.

Um indicador de vento também deve ser utilizado para mostrar a direção do vento. A velocidade e direção devem ser registradas todos os dias e devem orientar o momento de revirar pilhas, especialmente quando houver vizinhos próximos.

Para um exemplo de formulário de registro de temperatura de leiras/pilhas, consulte o Apêndice A. Compostadores registrados na MDAR devem manter registros detalhados da gestão por no mínimo três anos, demonstrando conformidade com o regulamento 330 CMR 25.00. O Departamento poderá solicitar e revisar tais registros a qualquer momento.

## Planos de Contingência

Um plano de contingência é essencial, pois permite uma gestão alternativa diante de entregas contaminadas, desastres naturais, problemas financeiros ou falhas de equipamentos. Deve-se identificar um local de apoio adequado para onde o material possa ser transferido, se necessário. Se o composto final não estiver sendo vendido ou utilizado, e o espaço de armazenamento estiver no limite, **não se deve aceitar novos materiais**. Caso uma entrega contaminada ocorra, o fornecedor deve ser contatado e obrigado a recolher a carga.



# 8

## Processo para Redução Adicional de Patógenos



Um dos fatores que devem ser considerados ao produzir e usar composto para fins agrícolas é a segurança alimentar. Como o processo de compostagem é realizado principalmente por microrganismos, é necessário tomar precauções contra patógenos. De acordo com a Lei de Modernização da Segurança Alimentar, a FDA (Administração de Alimentos e Medicamentos dos EUA) estabeleceu padrões de segurança para fazendas, incluindo a aplicação de corretivos do solo (como o composto) em culturas alimentares.

As regulamentações da FDA e do Programa Nacional Orgânico (NOP) do USDA não exigem um intervalo entre a aplicação de esterco e a colheita de culturas alimentares se o esterco for tratado por um processo de compostagem que esteja em conformidade com os padrões de compostagem do NOP.

Para a compostagem de esterco e outros insumos de origem animal, como restos de alimentos contendo carne, a FDA (21 CFR 112.54) aprova dois processos de compostagem controlada cientificamente válidos, ou Processos para Redução Adicional de Patógenos – conhecidos como ‘PFRP’:

- Compostagem estática que mantém condições aeróbicas (ou seja, com oxigenação) a uma temperatura mínima de 131 °F (55 °C) por três dias consecutivos, seguida de uma fase de cura adequada; e
- Compostagem revolvida que mantém condições aeróbicas a uma temperatura mínima de 131 °F (55 °C) por 15 dias (que não precisam ser consecutivos), com no mínimo cinco revolvimentos, seguida de uma fase de cura adequada.

Após o período de cura, é fundamental que o composto finalizado NÃO seja misturado nem entre em contato com material que não tenha passado pelo PFRP, pois isso faria com que ele deixasse de atender ao padrão da FDA/NOP. É provável que seja exigida documentação comprovando que o padrão foi cumprido por parte de fazendas que venham a adquirir o composto para melhorar seu solo.

Todos os compostadores registrados na MDAR são fortemente incentivados a desenvolver suas operações de forma que o processo de compostagem atenda ao padrão PFRP.

Revolvendo leiras com pá carregadeira frontal.



# 9

## Preparando um Plano de Instalação de Compostagem

Um plano bem elaborado facilita o processo de aprovação do registro de compostagem. O compostador deve garantir que cada componente da operação – desde a obtenção dos materiais até o uso final do produto acabado – tenha sido cuidadosamente pensado e planejado. Na maioria dos casos, o plano não exige projetos de engenharia nem descrições científicas detalhadas do processo de compostagem. No entanto, deve conter descrições escritas, mapas e esboços para apresentar a localização física e a disposição do local, o plano de operação e gerenciamento, além dos planos para o uso final do composto. A seguir, estão mais detalhes sobre o que deve ser incluído.

**Plano de Instalação de Compostagem** incluindo cada um dos seguintes elementos:

**Descrição** do método de compostagem pretendido.

Informações sobre o **local de compostagem**.

**Descrição** de cada tipo de material a ser compostado, incluindo origem, volume, frequência de entrega, etc.

**Receita volumétrica** para converter o material em composto, ex.: 1 parte de cama de cavalo: 2 partes de folhas: 1 parte de esterco de galinha.

**Informações sobre o uso final do composto:** (aplicado em lavouras, vendido, etc.), incluindo volume estimado e percentual da quantidade total produzida a ser usada na Unidade Agrícola.

**Distância Até Áreas Sensíveis:** Descreva a presença de vizinhanças próximas, escolas, campos esportivos, etc. Indique a distância até cada um desses locais.

**Drenagem e Controle de Escorrimento:** Descreva como o escoamento será controlado no local. Indique quaisquer barreiras, valas de desvio, bacias de retenção ou áreas vegetadas de tratamento em mapa ou esboço anexo.

**Procedimentos de Recebimento:** Descreva a entrega e o descarregamento dos materiais crus, incluindo localização, métodos de mistura, etc.

**Controle de Qualidade:** Como será monitorada a qualidade dos materiais de entrada e do composto final? Como serão removidos e descartados os materiais não compostáveis (ex.: plásticos)?

**Mistura e Formação de Pilhas:** Como as pilhas/faixas de composto serão misturadas e formadas? Indique número, altura, comprimento e largura das pilhas.

**Aeração:** Descreva o método e o tipo de equipamento que será utilizado para a aeração das pilhas de composto.

**Tempo de Compostagem:** Estime quanto tempo levará do início até o produto final.

**Pessoal:** Quais pessoas serão utilizadas e como serão treinadas?

**Equipamentos:** Quais equipamentos serão utilizados e para quais finalidades?

**Plano de Contingência:** Existe um local alternativo e temporário para o qual o composto pode ser transferido caso o local principal fique inutilizável?

**Plano de Gestão de Odores:** Requisito para registro – consulte a Seção X.

# Mapas

**Dois Mapas** devem estar incluídos na solicitação de registro do MDAR. Mapas com escala no estilo Google Earth ou similar são aceitáveis:

**Mapa de Localização** (“com zoom reduzido”) mostrando o local da compostagem em relação a estradas, limites municipais e elementos naturais como rios, corpos d’água e áreas úmidas.

**Mapa do Plano do Local** (“com zoom ampliado”) mostrando a disposição da Operação de Compostagem Agrícola, incluindo os seguintes elementos:

- a. Limite da propriedade mostrando a distância de recuo.
- b. Localização e orientação das leiras. Desenhe no plano o número previsto de leiras, indicando comprimento, largura e espaçamento entre elas.
- c. Local de descarregamento, mistura e carregamento.
- d. Local de cura e/ou armazenamento.
- e. Localização de estradas internas e estradas públicas.
- f. Drenagem e controle de escoamento (ex.: valas, canais, áreas gramadas). Indique a direção do fluxo de água.
- g. Edificações agrícolas e campos ao redor.
- h. Águas superficiais e áreas úmidas, incluindo distância de recuo.
- i. Poços de água potável, incluindo distância de recuo.
- j. Construções ocupadas dentro de 300 libras do local de compostagem.
- k. Cercas altas, linhas de árvores, sebes ou outras barreiras visuais entre o local de compostagem e o público.

# 10

## Preparando um Plano de Gestão de Odores



Os odores são a principal causa de reclamações em operações de compostagem. Por isso, e para garantir boas práticas, o regulamento do MDAR exige que todos os compostadores agrícolas registrados tenham (e implementem quando necessário) um Plano de Gerenciamento de Odores. Plano de Gerenciamento de Odores: Um plano adequado ao tamanho e tipo da operação que minimize a produção e migração de compostos com odor. O plano deve, no mínimo, abordar os seguintes pontos:

- a. Procedimentos de avaliação, incluindo intensidade, duração e frequência.
- b. Diagnóstico da fonte do odor.
- c. Descrever ações corretivas que podem ser utilizadas para lidar com a produção e migração de odores, incluindo medidas específicas como mudanças operacionais que serão adotadas para lidar com reclamações se os odores ultrapassarem os limites da Unidade Agrícola.

A regulamentação MDAR também exige:

- a. O Requerente deve garantir que exista um Plano de Gerenciamento de Odor por escrito. O plano deve ser mantido no local da Operação de Compostagem Agrícola e disponível para inspeção pelo Departamento, se solicitado.
- b. Ao notar um odor, ou ao receber uma reclamação sobre odor além do limite da propriedade da Unidade Agrícola por vizinhos ou pelo Departamento, o Requerente deverá implementar o Plano de Gerenciamento de Odor.

Em algumas circunstâncias de compostagem, o odor é inevitável – no entanto, ele PODE ser gerenciado. O gerenciamento de odores deve ser visto pelo operador de forma holística, como parte da compreensão do processo de compostagem e da identificação de problemas por meio do monitoramento, para que soluções sejam aplicadas antes que se tornem um problema.

Os odores associados à compostagem podem ter várias causas, porém, o odor persistente geralmente é resultado de práticas de manejo inadequadas. Estar familiarizado com os princípios da compostagem, monitorar regularmente e ter os equipamentos e insumos corretos disponíveis é essencial para evitar odores problemáticos em locais de compostagem. Entender a causa do odor permitirá ao operador corrigir o problema, reequilibrar a pilha ou tomar outras medidas para reduzir a chance de incômodo à vizinhança.

Seu local pode ficar “livre de odores” por 100 dias, mas se um problema ocorrer, é o odor que será lembrado. Felizmente, com conhecimento, equipamentos, materiais e monitoramento regular, muitos problemas operacionais causadores de odor podem ser identificados e corrigidos antes que se tornem um incômodo.

A causa do odor na compostagem geralmente se enquadra em uma (ou uma combinação) das seguintes categorias:

1. **Odores provenientes dos materiais brutos (matérias-primas):** Materiais com alto teor de nitrogênio e alta umidade geralmente são malcheirosos ao chegar – e, se não forem, logo se tornam. Esses materiais devem ser incorporados imediatamente em uma **receita apropriada** – uma que equilibre:
  - a. A alta umidade do material molhado com material seco de fonte rica em carbono, como folhas ou cavacos, para atingir 50–60% de umidade.
  - b. O alto teor de nitrogênio do material molhado com o alto teor de carbono do material seco para atingir uma proporção C:N de 30:1.
  - c. A alta densidade do material molhado com a densidade menor do material seco para atingir 800-1.000 libas por metro cúbico.
2. **Odores De Condições Anaeróbicas na Leira:** A decomposição anaeróbica de material orgânico costuma ser altamente odorífera, liberando diversos gases de efeito estufa potentes como metano e óxido nitroso. O objetivo da compostagem é criar condições favoráveis ao crescimento de bactérias aeróbicas. A compostagem em leiras alcança isso com o formato e o tamanho da pilha: uma forma de pirâmide alongada permite a entrada de ar pela base e laterais, e a “expulsão” pelo topo. A leira deve ser pequena o suficiente para permitir a circulação de ar, mas grande o bastante para reter calor por isolamento. Uma pilha muito grande retém calor em excesso e tende a ser pesada demais para funcionar corretamente. Quando o oxigênio se esgota, as bactérias anaeróbicas tornam-se mais ativas — e os odores surgem.

Outro parâmetro muito importante a ser medido na compostagem é a temperatura da pilha. Ela indica a atividade metabólica microbiana e normalmente é monitorada com um termômetro de haste longa (aproximadamente 3 libras). Quando a pilha atinge temperaturas acima de 140 °F, as bactérias aeróbicas benéficas morrem ou tornam-se inativas, sendo substituídas por bactérias anaeróbicas, o que desacelera o processo e normalmente gera odores.

Um método comum para monitorar a atividade da pilha é medir a temperatura da leira em duas profundidades: a 3 libras e a 1 libra. Como regra prática, uma diferença superior a 20 °F entre essas duas medições (por exemplo, 110 °F a 3 libras e 140 °F a 1 libra) pode indicar que o interior da pilha “quer respirar”, mas não está recebendo ar suficiente. Nessa situação, é provável que a pilha precise ser revolvida.

Uma estratégia de manejo recomendada para materiais odoríferos é a técnica conhecida como “**cobertura**” da pilha, que consiste em cobrir toda a pilha com 6 a 12 polegadas de material com alto teor de carbono (como serragem ou folhas secas), atuando como um biofiltro de odores. Essa técnica também é útil quando for necessário revolver a pilha em dias em que o vento sopra em direção a áreas sensíveis (como casas vizinhas).

Um modelo de Plano de Gerenciamento de Odores pode ser encontrado no Apêndice B, e pode ser adaptado conforme a operação da fazenda.





# Apêndice B

## Plano de Gestão de Odor de Compostagem Agrícola

Nome da Fazenda: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

Nome do Operador: \_\_\_\_\_ Número de Telefone: \_\_\_\_\_

Endereço de E-mail: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

### Visão Geral

Este documento descreve as práticas de manejo que esta fazenda usará para evitar odores problemáticos associados à compostagem no local, e as medidas que serão tomadas caso esses odores surjam. Ele orienta o operador na prevenção de odores e na resolução de problemas, caso ocorram.

#### O PLANO TEM TRÊS PARTES:

1. **Gestão Preventiva**, baseada em procedimentos de compostagem seguros.
2. **Procedimentos de Avaliação e Remediação de Odores**, utilizando tabelas às quais a fazenda recorrerá para avaliar e responder a um odor identificado.
3. **Formulário de Reconhecimento de Reclamação de Vizinhos**, usado para documentar queixas de odores e a resposta de manejo correspondente da fazenda, se necessário.

### 1. Gestão Preventiva

As práticas centrais de manejo da fazenda estão descritas abaixo. Além disso, a fazenda seguirá e cumprirá o *Guia de Compostagem Agrícola* do Departamento de Recursos Agrícolas de Massachusetts.

#### RECEITA DE COMPOSTAGEM

A fazenda desenvolverá e seguirá uma receita de compostagem que se enquadre nas seguintes metas aceitas pelo setor:

- Relação C:N entre 25-40:1
- Teor de Umidade entre 50-65%
- Densidade Aparente inferior a 1.000 libras por jarda cúbica

## INCORPORAÇÃO RÁPIDA

Materiais com potencial de atrair vetores ou gerar odores intensos serão imediatamente misturados com materiais ricos em carbono ao serem recebidos, o que ajudará a conter e estabilizar compostos causadores de odor, garantindo o início da compostagem aeróbica ativa e prevenindo o acesso por vetores potenciais.

## COBERTURA DA PILHA

Pilhas que contenham materiais com alta atratividade ou potencial odorífero (como resíduos alimentares) serão “cobertas”, quando necessário, com no mínimo 6 polegadas de material rico em carbono e com capacidade de absorver odores (cavacos de madeira, serragem, folhas secas, cama de cavalo com alto teor de carbono etc.).

## PREVENÇÃO E CONTROLE DE LIXIVIADO

O lixiviado, ou a perda de umidade livre da pilha de compostagem, é um líquido rico em nutrientes e pode causar contaminação e odores no local. Serão adotadas todas as medidas possíveis para evitar e controlar o lixiviado por meio de formulação adequada da receita, mistura e monitoramento da pilha, além de seu tamanho e formato. As leiras terão formato piramidal alongado, para facilitar o escoamento da água da chuva. Em períodos de chuva intensa, as receitas serão ajustadas com menor umidade inicial, aumentando a capacidade de absorção da mistura sem liberar lixiviado. Inspeções visuais regulares permitirão detectar a presença de lixiviado, identificar sua origem e corrigi-la. Se houver lixiviação, será construída imediatamente uma barreira com serragem, cavacos, composto finalizado ou outro material absorvente, a jusante do ponto de origem, para conter e absorver o líquido. O material saturado será incorporado a uma leira e compostado. Evitar-se-á o acúmulo de água no local e, se necessário, áreas alagadas serão reconfiguradas.

## MONITORAMENTO DE PILHA

Pilhas em compostagem ativa serão monitoradas (e registradas) no mínimo duas vezes por semana para avaliar o nível de atividade biológica e identificar possíveis problemas. Os registros de monitoramento serão mantidos, documentando os resultados e quaisquer ações corretivas necessárias, além de comprovar o tratamento térmico suficiente para a destruição de patógenos e sementes de plantas daninhas. Os registros de monitoramento serão armazenados em local seguro e seco por pelo menos três anos. O monitoramento incluirá a avaliação e documentação dos seguintes parâmetros:

- **Temperatura** – Será utilizado um termômetro de compostagem com haste de 90 cm para monitorar os materiais. As medições ocorrerão no centro da pilha (verticalmente) a cada 15 a 20 libras, em profundidades de 1 libra e 3 libras, sendo os resultados devidamente registrados.
- **Umidade** – Será aplicado o simples “teste do aperto” para verificar a umidade das pilhas. A meta é manter entre 50-60%, o que equivale à textura de uma esponja bem espremida. Se forem notados problemas significativos de umidade, a causa será identificada e corrigida prontamente.
- **Odor** – O operador observará e monitorará eventuais odores do local e/ou de pilhas específicas sempre que estiver no local. Durante o monitoramento, os odores serão classificados como: nenhum, mínimo, moderado ou forte, com descrição de sua característica. Se forem notados odores fortes, a causa será identificada e o problema tratado conforme os procedimentos deste documento.
- Uma inspeção visual do local e das pilhas será realizada sempre que o operador entrar na área. Essas inspeções observarão a presença de umidade excessiva e sua origem, o tamanho e o formato das pilhas, sinais de vetores (ou materiais e condições que possam atraí-los) e quaisquer outros indícios de problemas potenciais. Caso sejam identificados problemas, a causa será determinada e a situação será prontamente tratada conforme os procedimentos descritos na seção de Avaliação de Odores deste documento.

## ETAPAS ADICIONAIS

1. A fazenda responderá prontamente às preocupações e/ou reclamações dos vizinhos, sendo específica e realista quanto às causas, medidas corretivas e prazos para resolução do problema.
2. Se a causa do odor ou incômodo não puder ser facilmente identificada ou estiver presente em um grande volume de material, a fazenda irá:
  - a. Entrar em contato com um consultor técnico.
  - b. Entrar em contato com os órgãos estaduais e municipais competentes para informá-los de que pode haver um problema.
  - c. Trabalhar em conjunto com o consultor e os órgãos estaduais para criar e implementar uma estratégia de remediação.
  - d. Manter a comunicação com todas as partes afetadas.

## 2. Avaliação e Remediação de Odores

As tabelas a seguir serão usadas para avaliar e remediar os odores identificados e para criar uma estratégia de prevenção futura.

1.0 Condições Anaeróbicas, Lixiviado				
Problema Identificado	Verificação	Causas	Ações de Remediação	Ações Preventivas
Odor Problemático	Condições anaeróbicas na pilha?	Alto teor de umidade (Falta de matéria seca na receita original).	Misturar com material seco.	Ajustar a receita para reduzir a umidade.
			Reduzir o tamanho da pilha.	Construir pilhas menores.
			Revolver para secar.	
		Condições densas na pilha (Falta de partículas estruturais grandes na receita original e/ou revolvimento/mistura pouco frequente).	Misturar com agentes estruturantes porosos (cavacos de madeira, triturados).	Ajustar a receita para aumentar a porosidade de (5–15% de cavacos/triturados por volume).
	Revolver a pilha para soltar e aerar.		Garantir mistura adequada.	
			Revolver com mais frequência.	
	Pilha grande inibindo aeração passiva.	Diminuir tamanho da pilha	Construir pilhas menores	
	Lixiviado da pilha?	Altas condições de umidade.	Absorver o lixiviado com material seco rico em carbono.	Manter a umidade da pilha na faixa ideal.
Garantir que a infraestrutura do local proporcione drenagem adequada.				

## 1.1 Matéria-prima problemática

Problema Identificado	Verificação	Causas	Ações de Remediação	Ações Preventivas
Odor Problemático	Matéria-prima problemática?	Alto teor de proteína.	Se o odor não for controlado após a cobertura, ajustar a receita com materiais ricos em carbono e agentes estruturantes e cobrir novamente.	Desenvolver receita específica para matéria-prima problemática. Fontes de carbono disponível e agentes estruturantes porosos serão necessárias.
		Alto teor de umidade.	Se o odor não for controlado após a cobertura, ajustar a receita com matéria seca e agentes estruturantes e cobrir novamente.	Desenvolver receita específica para a matéria-prima problemática. Matéria seca e agentes estruturantes porosos serão necessários.
		pH baixo ou alto.	Se o odor persistir, ajustar o teor de umidade e densidade da receita, recobrir e não revolver até que o pH seja tamponado pelo processo de compostagem.	Controlar a relação carbono:nitrogênio e o teor de umidade para minimizar matéria-prima com alto teor de proteína (N), alta umidade e baixo pH, ou matéria-prima com baixo teor de umidade, alto pH e alta proteína (N).
		Compostos ou matéria-prima especialmente desafiadores.	Buscar suporte técnico se as técnicas tradicionais de controle de odores falharem.	Realizar testes laboratoriais das matérias-primas para desenvolver receita adequada. Testar a matéria-prima em pequena escala antes de introduzir grandes volumes no sistema de compostagem.

## 1.2 Fatores Climáticos

Problema Identificado	Verificação	Causas	Ações de Remediação	Ações Preventivas
Odor Problemático	Direção do vento?	Odores fortes escapando das pilhas têm maior probabilidade de se espalhar fora do local.	Usar verificações cruzadas para implementar remediação imediata dos odores nas pilhas (Tabelas 1.0–1.1).	Observar os padrões de vento e geração de odor para minimizar o revolvimento e evitar a liberação de odores coincidente com o transporte pelo vento na direção de receptores.
				Instalar estação meteorológica ou biruta para monitorar a direção do vento.
	Inversão térmica?	Padrões normais de movimentação do ar estão estagnados, prendendo os odores próximos ao solo e amplificando o incômodo potencial.	Usar verificações cruzadas para implementar remediação imediata dos odores nas pilhas (Tabelas 1.0–1.1).	Minimizar o revolvimento pela manhã e à noite, quando as inversões de nível do solo são comuns.
				Observar as condições climáticas e padrões de geração de odor para evitar revolver pilhas durante condições de inversão.
Compreender fatores topográficos como drenagens de ar que possam mover e aprisionar odores.				

### FORMULÁRIO DE RECONHECIMENTO DE RECLAMAÇÃO DE VIZINHO

Data da Reclamação: \_\_\_\_\_ Nome do Vizinho/Reclamante: \_\_\_\_\_

Endereço do Reclamante: \_\_\_\_\_

Informações de Contato do Reclamante: \_\_\_\_\_

Natureza da Reclamação/Problema (Por favor, inclua localização, datas, clima ou outras informações relevantes): \_\_\_\_\_

Reclamação Recebida e Reconhecida por: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

## ACOMPANHAMENTO DE RECLAMAÇÃO

Data: \_\_\_\_\_ Nome da Pessoa que Responde à Reclamação: \_\_\_\_\_

Se a Reclamação for Sobre Odor:

Observado no local?  Sim  Não |  Odor Mínimo  Odor Moderado  Odor Forte

Observado no local?  Sim  Não |  Odor Mínimo  Odor Moderado  Odor Forte

Motivo Identificado?

Data e Hora da Primeira Detecção: \_\_\_\_\_ Data e Hora do Término: \_\_\_\_\_

Único ou Recorrente? \_\_\_\_\_ Se Recorrente, Com Que Frequência? \_\_\_\_\_

Ação Imediata Tomada em Resposta à Reclamação: \_\_\_\_\_

---

---

---

Plano de Ação Corretiva de Longo Prazo: \_\_\_\_\_

---

---

---

Data de Retorno com o Reclamante: \_\_\_\_\_

Resultados da Ação Corretiva: \_\_\_\_\_

---

---

## Agradecimentos

O objetivo deste Guia é incentivar e proteger a compostagem agrícola.

Este Guia foi originalmente escrito por Sumner Martinson, do MassDEP, e pelo saudoso Maarten van de Kamp, do MDAR. Foi atualizado em 2010 por Saiping Tso, também do MDAR, e posteriormente revisado em 2023 por Sean Bowen para refletir as mudanças regulatórias do MDAR.







