

Compostagem

A aplicação regular de compostos orgânicos de qualidade ao solo permite aumentar o seu teor de matéria orgânica. A compostagem permite, ainda, reciclar resíduos orgânicos que, de outro modo, poderiam representar problemas ambientais.

Definição, importância e vantagens da compostagem

A elaboração de compostos orgânicos data de tempos imemoriais e, presumivelmente, deriva do hábito de acumulação de resíduos provenientes das atividades das explorações agropecuárias e dos domicílios que, tradicionalmente, se amontoavam em pilhas a céu aberto, durante um longo período de tempo, sendo depois espalhados nos campos agrícolas.

O processo pelo qual se obtém um composto ou compostado denomina-se compostagem e consiste na degradação biológica de material orgânico heterogêneo, produzindo um material orgânico estável, contendo substâncias húmicas, livre de elementos patogénicos e de sementes e propágulos de infestantes, utilizável como corretivo orgânico do solo. O que distingue a compostagem do processo natural de decomposição é a intervenção do homem através da alteração adequada dos fatores intervenientes.

A compostagem permite, por um lado, reduzir o volume de resíduos expostos ao ar, diminuindo a quantidade de metano libertado (gás com efeito de estufa) pelo que é benéfica a nível ambiental. Permite, ainda, melhorar a fertilidade do solo, constituindo um fator de produção fundamental, principalmente em modo de produção biológico. A nível urbano, a compostagem dos resíduos sólidos produzidos (RSU) permite reduzir o peso dos que são depositados em aterro e, quando corretamente realizada, pode constituir um excelente benefício económico para os municípios.

O aspeto físico de um composto orgânico é bastante diferente do aspeto inicial dos materiais que lhe deram origem pois, além da cor mais escura e da ausência de odor desagradável, apresenta uma consistência friável, sendo constituído por partículas finas e soltas, o que permite diminuir os custos de transporte e de aplicação ao solo.

A utilização de compostos orgânicos tem ainda os benefícios inerentes à incorporação de matéria orgânica no solo: i) melho-



Pilha de compostagem (foto de Eduardo Cardoso)



Mistura de materiais (foto de Cristina Sempiterno)

ria da estrutura; ii) aumento do arejamento; iii) retenção de água em solos arenosos; iv) maior absorção dos raios solares devido à cor escura e o consequente aumento de temperatura e v) fornecimento gradual de nutrientes às culturas.

Fatores que afetam a compostagem

A compostagem ocorre mais rapidamente quando são estabelecidas e mantidas as condições benéficas ao bom desenvolvimento dos microrganismos responsáveis pela degradação da matéria orgânica. Estas condições incluem:

- Uma **mistura** apropriada de materiais orgânicos, capaz de fornecer os nutrientes necessários à vida e atividade microbiana. Os teores **em carbono e azoto** que a mistura deverá apresentar são essenciais, o carbono como fonte de energia e o azoto para a síntese proteica. A relação deve ser determinada no material a ser compostado, para efeito de balanço de nutrientes e, no produto final, para efeito de avaliação da qualidade do composto. No início do processo, a razão carbono/azoto (C/N)

Cristina Sempiterno . INIAV, I.P.



da mistura deverá situar-se entre 25/1 a 35-40/1. Durante o processo, esta razão vai diminuindo, em consequência da oxidação da matéria orgânica com a libertação de CO₂, até atingir valores da ordem dos 10/1 a 20/1. A Tabela 1 mostra alguns exemplos de materiais orgânicos passíveis de serem utilizados em compostagem.

- A **humidade** da pilha de compostagem tem um efeito direto sobre a atividade dos microrganismos e indireto sobre a temperatura que atinge. A humidade considerada ótima varia em função dos materiais a compostar, embora a bibliografia aponte para valores razoáveis da ordem dos 40 a 65% sendo o ideal que se situe entre os 50-60%. Acima destes valores, verifica-se uma decomposição mais lenta, condições de anaerobiose, maus odores e lixiviação de nutrientes. Se o teor de humidade descer abaixo dos 40%, a pilha fica demasiado seca para a atividade microbiana. Uma vez que a temperatura atingida é elevada, é normal que ocorra evaporação e, como resultado, pode ser necessário humedecer frequentemente a pilha.
- O **arejamento** é também um fator a ser considerado para que o processo de compostagem ocorra em condições de aerobiose. Através de um bom arejamento, consegue-se evitar altos valores de temperatura, aumentar a velocidade de oxidação, reduzir o excesso de humidade e a emissão de odores e de gases como o metano. O arejamento adequado pode ser conseguido por ventilação forçada ou por volteio periódico da pilha.
- A **temperatura** é um dos principais parâ-

TABELA 1 – EXEMPLO DE ALGUNS MATERIAIS QUE PODEM SER USADOS NA COMPOSTAGEM

Ricos em azoto	Ricos em carbono
Aparas de Relva	Lenhas de poda
Restos de hortícolas	Bagajo de azeitona
Borras de café	Engaço de uva
Estrumes	Palha de cereais
Chorumes	Serradura
Lamas de ETAR	Folhas secas

metros a controlar pois, ao expressar a atividade dos microrganismos no interior da pilha, ajuda a determinar a frequência dos revolvimentos. A temperatura pode ser um indicativo do equilíbrio microbiológico existente no interior da biomassa em compostagem, estando dependente de outros fatores como a humidade, o tamanho da pilha, a granulometria dos materiais, a disponibilidade de nutrientes, a relação C/N e o arejamento. A temperatura da pilha deve ser medida periodicamente, a fim de verificar se a sua evolução é a adequada. Essa medição deve ser feita em vários pontos da pilha. Os volteios, com o fim de aumentar o arejamento, devem realizar-se quando a temperatura no interior da pilha desce abaixo dos 40 °C de modo a que, se o composto ainda não estiver maturado, a temperatura volte a subir acima dos 50 °C. A temperatura, além de se alterar ao longo do processo, varia também no interior da pilha, desenvolvendo-se do interior para o exterior de forma decrescente, como exemplificado na Fig. 1.

- A **granulometria** ou dimensão das partículas do material a compostar é outro fator que pode afetar o desenvolvimento do pro-

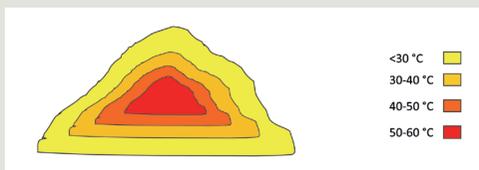


Figura 1 – Perfil típico de temperatura numa pilha de compostagem

cesso. As partículas, sendo de granulação mais fina, permitem uma maior superfície de contato pelos microrganismos acelerando o processo, embora possam gerar menor porosidade e maior compactação, dificultando a oxigenação da pilha. Não é fácil estabelecer uma dimensão ótima das partículas, pois cada material apresenta características particulares. Assim, o melhor é misturar diversos tipos de materiais, com dimensões diferentes, homogeneizar bem a mistura, a fim de diminuir a compactação e a obter uma boa porosidade que permitirá um bom arejamento.

- A **reação do meio** influencia o desenvolvimento dos microrganismos. O pH da pilha, durante o processo de compostagem, varia geralmente entre 5,5 e 8,5. No começo depende dos constituintes da pilha, tende a baixar na fase inicial do processo,

devido à formação e acumulação de ácidos orgânicos que resultam da digestão da matéria orgânica; na fase seguinte, o pH tende a subir, pois ocorre uma decomposição dos ácidos e, no final do processo, quando o composto está estável, o pH situa-se normalmente entre 7 e 8. O pH é geralmente autorregulado no processo de compostagem, não merecendo, por isso, preocupação especial no seu controlo. Contudo, se o processo se tornar anaeróbio, ocorre uma acumulação de ácidos e o pH pode baixar até 4,5 limitando fortemente a atividade microbiana e sendo necessário, nesse caso, provocar o arejamento.

Fases da compostagem

No processo de compostagem os microrganismos degradam a matéria orgânica e produzem dióxido de carbono, água, calor e húmus, o produto orgânico final relativamente estável. Durante este processo, podem identificar-se diferentes fases, em cada uma das quais se vão degradando os materiais presentes na mistura, consoante as suas características e os microrganismos em presença. Em condições ótimas, a compostagem decorre em três fases: fase mesó-

PUB

PUBLICIDADE
1/2 página

fila, fase termófila e fase de maturação.

Fase Mesófila: Fase inicial do processo realizada por microrganismos mesófilos (bactérias e fungos), em que rapidamente a temperatura (cerca de 2 dias) sobe até aos 40-45 °C, pela degradação exotérmica dos componentes solúveis e rapidamente degradáveis, como os açúcares e os aminoácidos. Nesta etapa é frequente dar-se uma descida dos valores de pH devido à produção de compostos de natureza ácida.

Fase Termófila: A temperatura no interior da pilha atinge valores acima dos 45 °C. Degradam-se as proteínas, gorduras, celuloses e hemiceluloses, assim como parte da lenhina e dos compostos fenólicos, por ação de bactérias termofílicas, actinomicetes e fungos tolerantes a altas temperaturas. Esta fase pode durar várias semanas provocando a destruição de agentes patogénicos (bactérias, fungos e nematodes), bem como de larvas de insetos e sementes de infestantes. Ocorre normalmente um aumento do valor do pH da pilha.

Fase de Maturação: Fase final, mais longa, em que a temperatura decresce gradualmente, à medida que as reservas de carbono se extinguem, atingindo valores próximos dos da temperatura ambiente. Na humificação do composto atuam novamente as populações microbianas mesófilas, que continuam a degradar, a um ritmo mais lento, polímeros complexos muito resistentes à degradação, levando à obtenção de um produto estável e humificado.

Classificação da qualidade do composto

O produto final da compostagem deverá ser testado e obedecer aos requisitos constantes no Decreto-Lei n.º 103/2015, de 15 de junho, nomeadamente:

- Teor de matéria orgânica: >30%.
- Teor de humidade: <40%.
- pH: entre 5,5 e 9,0.
- Granulometria: 99% deverá passar por um crivo de malha de 25 mm.
- *Salmonella* spp.: ausente numa amostra de 25 g.
- *Escherichia coli*: <1000 células/g.
- Sementes e propágulos de infestantes: <3 unidades ativas/L.
- Teores máximos de metais pesados, materiais inertes antropogénicos e pedras, consoante a classe de qualidade, de acordo com a tabela 2.

Consoante a classe de qualidade do composto, existem limitações ao seu uso, quer de quantidade quer de culturas em que se pode aplicar. Assim, os compostos de classe I e II podem ser aplicados em todas as

culturas agrícolas, até um máximo anual de 50 t/ha e 25 t/ha, respetivamente. Os de classe IIA, apenas podem ser aplicados a culturas agrícolas arbóreas e arbustivas e a espécies silvícolas, na quantidade máxima de 10 t/ha e ano. Os de classe III só podem ser utilizados em solos que não se destinem a instalar culturas para alimentação humana ou animal e em quantidades que não excedam as 200 t/ha, em cada 10 anos.

- Grau de maturação: Consideram-se três categorias em função do grau de maturação, medido pelo teste de autoaquecimento, de acordo com a tabela 3. A possibilidade de

utilização de cada uma das categorias como corretivo orgânico depende do tempo que medeia entre a aplicação do mesmo ao solo e a sementeira ou plantação.

A aplicação regular de compostos orgânicos de qualidade ao solo permite aumentar o seu teor de matéria orgânica. A compostagem permite, ainda, reciclar resíduos orgânicos que, de outro modo, poderiam representar problemas ambientais. ☺

Bibliografia

- Baldwin, K.R. and Greenfield, J.T., 2009. Composting on organic Farms. North Carolina State University. USA. <http://content.ces.ncsu.edu/composting-on-organic-farms.pdf>.
- Cornell Waste Management Institute, 1996. The science of composting. <http://cwmi.css.cornell.edu/chapter1.pdf>
- Diário da República n.º 114/2015. 1.ª série A, Decreto-Lei n.º 103/2015, de 15 de junho.
- Rynk, R.F., van de Kamp, M., Willson, G.B., Singley, M.E., Richard, T.L., Kolega, J.J., Guin, L.L., Laliberty, L.L., Kay, D., Murphy, D.W., Hoitink, H.A.J., and Brinton, W.F., 1992. *On-Farm composting handbook*. Natural Resource, Agriculture and Engineering Service (NRAES), Ithaca, New York.
- Trautman N. e Olynciw, E., 2015. Compost microorganisms. <http://compost.css.cornell.edu/microorg.html>
- Valente, B.S., Xavier, E.G., Morselli, T.B., Jahnke, D.S., Brum Jr., B. de S., Cabrera, B.R., Moraes, P. de O., Lopes, D.C., 2009. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. *Arch. Zootec.* 58 (R): 59-85.
- Zucconi, F. and M. Bertoldi. 1986. Organic waste stabilization throughout composting and its compatibility with agricultural uses. In: Wise, D.L. *Global bioconversions*. CRC Press. Boca Raton. p. 109-137.



Revolvimento (foto de João Viegas)



Crivagem (foto de Cristina Sempiterno)

TABELA 2 – VALORES MÁXIMOS ADMISSÍVEIS PARA OS TEORES TOTAIS DE METAIS PESADOS INERTES ANтропоGÉNICOS E PEDRAS, NO COMPOSTO ORGÂNICO, POR CLASSE

Parâmetro	Unidade	Classe I	Classe II	Classe IIA	Classe III
Cádmio	mg/kg MS	0,7	1,5	3,0	5,0
Chumbo		100	150	300	500
Cobre		100	200	400	600
Crómio		100	150	300	400
Mercúrio		0,7	1,5	3,0	5,0
Níquel		50	100	200	200
Zinco		200	500	1000	1500
Inertes antropogénicos (>2 mm)	%	0,5	1,0	2,0	3,0
Pedras >5 mm		5,0	5,0	5,0	-

TABELA 3 – CATEGORIAS DO COMPOSTO ORGÂNICO EM FUNÇÃO DO GRAU DE MATURAÇÃO E RESPETIVAS CONDIÇÕES DE APLICAÇÃO

Temperatura no teste de autoaquecimento (T)	Grau de maturação	Categoria	Condições de aplicação
T < 40 °C	IV e V	Maturada	Espalhamento e incorporação até 3 semanas antes da sementeira ou plantação
40 °C < T < 50 °C	III	Semimaturada	Espalhamento e incorporação pelo menos 4 e 3 semanas, respetivamente, antes da sementeira ou plantação.
T > 50 °C	I e II	Fresca	Incorporação até 48 horas após espalhamento.