

COMPOSTAGEM

Gabriel Maurício Peruca de Melo
Valéria Peruca de Melo
Wanderley José de Melo

1. Introdução

As diversas atividades humanas acabam por gerar resíduos das mais diferentes naturezas, alguns com potencial poluidor como é o caso do lixo urbano, do lodo de esgoto, dos resíduos industriais.

Definir um destino ambientalmente correto e economicamente viável para os resíduos gerados constitui um desafio a ser vencido.

Alguns dos resíduos, como o lixo urbano, o lodo de esgoto, a serragem, os estercos de animais são ricos em matéria orgânica e alguns deles ricos em nutrientes das plantas, de tal modo que seu uso na agricultura como condicionador das propriedades do solo e como de nutrientes para as culturas torna-se um atrativo.

Quando a relação C/N de um resíduo é muito alta (larga), seu uso na agricultura não deve incluir aplicação direta no solo, principalmente se a cultura a ser fertilizada já estiver no campo. Isto porque havendo uma fonte de C-orgânico disponível, os microrganismos presentes vão se proliferar de forma muito rápida, e como o processo envolve reações oxidativas, a temperatura do meio irá se elevar, podendo causar a morte da planta. Ademais, sendo o resíduo pobre em N, haverá uma concorrência dos microrganismos com as plantas em relação ao nutriente, de tal modo que o vegetal poderá mostrar sintomas de deficiência. Nestas condições, o ideal é submeter o resíduo a um processo de compostagem, do que resultará a produção de um produto denominado composto, que terá uma relação C /N mais baixa e sem perigo de causar danos às plantas.

O emprego de compostos orgânicos na produção agrícola é uma prática adotada no mundo inteiro. Seu grau de eficiência depende do sistema e da forma como se executa o processo de preparo do mesmo e das matérias primas utilizadas, podendo

ocorrer elevadas variações de qualidade. A riqueza nutricional e biológica que os compostos orgânicos conferem ao solo e às plantas auxiliam sobre maneira no seu cultivo, permitindo melhorar as qualidades químicas, físicas e biológicas do solo.

Os materiais orgânicos dos resíduos, na sua grande maioria, necessitam sofrer transformações para que adquiram condições compatíveis com aquilo que se convenciona chamar “matéria orgânica” e que, na sua essência, são os compostos orgânicos capazes de induzir mudanças benéficas no solo sob o ponto de vista agrícola.(GLÓRIA, 1992). Uma das alternativas para a transformação dos resíduos orgânicos em fertilizantes orgânicos é a utilização do processo de compostagem, que pode ser definido como a união de vários materiais orgânicos que, em processo de fermentação sob condições de umidade e temperatura controladas, produz um composto humificado, com características melhores que as dos materiais utilizados no processo.

De acordo com Pereira Neto & Stentiford (1992), o processo de compostagem deve incluir uma fase termofílica, cuja temperatura se situa na faixa de 45-65°C, quando ocorre a higienização do material, e uma fase de maturação ou cura, quando ocorre a humificação e a produção do composto propriamente dito.

Nakagawa (1992) cita que um composto orgânico mais pobre em nutrientes, porém rico em carbono, terá um excelente papel nas propriedades físicas do solo. Quando ricos em nutrientes, terá finalidade dupla ou tripla no solo, agindo como melhorador do solo sob o ponto de vista físico, como fertilizante de disponibilidade controlada e, se contiver população ativa de microorganismos, como condicionador biológico.

2. Conceito

A compostagem é um processo biológico de biodegradação e biossíntese aeróbio de biomoléculas orgânicas com produção de gás carbônico, água e biomoléculas que farão parte da constituição dos novos organismos e de produtos de seu metabolismo.

3. Etapas da compostagem

A compostagem consiste na oxidação do material orgânico por uma sucessão rápida de populações microbianas sob condições aeróbias, dando origem a um produto estabilizado, de coloração escura, em que os compostos orgânicos sofreram mineralização e processos de neo-síntese, assumindo natureza coloidal, denominado **composto**.

O composto apresenta uma relação C/N próxima de 10 e uma composição em elementos minerais que varia em função da origem do material que foi compostado e da técnica de compostagem empregada.

Durante a compostagem ocorrem duas fases distintas: a fase termofílica e a fase de estabilização ou cura.

A fase termofílica ocorre no início do processo e a temperatura se eleva rapidamente, podendo atingir valores de 65°C (Figura 1), quando ocorre a higienização do material, ou seja, organismos patogênicos, ovos de helmintos e outros agentes causadores ou transmissores de doenças são eliminados, tornando mais seguro o uso do composto.

Após a fase termofílica, por volta dos 40 dias de compostagem (Figura 1), a temperatura volta a se equilibrar com a temperatura ambiente e o processo atinge a chamada fase de maturação ou cura, em que correm reações que levam à humificação do produto (Pereira Neto & Stentiford, 1992).

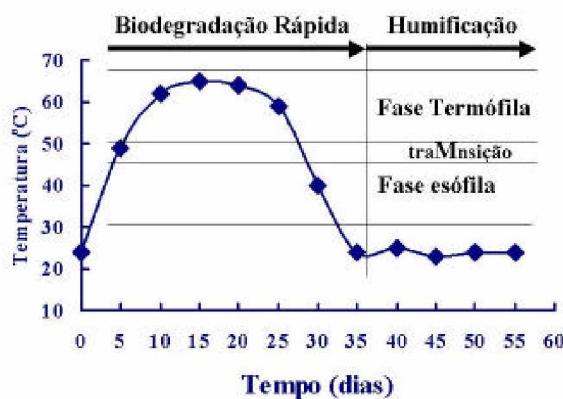


Figura 1. Etapas que ocorrem durante o processo de compostagem.

4. Composição química da matéria prima e do composto

A composição química do composto depende da composição química dos resíduos que foram usados na sua produção e também do processo utilizado.

Na Tabela 1 é apresentada a composição química de alguns produtos orgânicos que podem ser utilizados para compostagem.

Tabela 1. Composição química de algumas matérias primas para a produção de composto.

Material	MO	C	N	C/N	P ₂ O ₅	K ₂ O
----- g kg ⁻¹ -----						
Bagaço de cana	585	328	14,9	22	2,8	9,9
Bagaço de laranja	225	128	7,1	18	1,8	4,1
Borra de café	868	478	19,1	25	1,7	0,2
Capim colonião	910	505	18,7	27	5,3	nd
Capim gordura	924	510	6,3	81	1,7	nd
Cápsula de mamona	943	519	11,8	44	2,9	18,1
Casa semente algodão	960	530	6,8	78	0,6	12,0
Casca e raiz de mandioca	589	326	3,4	96	3,0	4,4
Casca fruto cacau	887	486	12,8	38	4,1	25,4
Crotalaria juncea	914	507	19,5	26	4,0	13,1
Esterco carneiro	565	320	21,3	15	12,8	26,7
Esterco cocheira	459	252	14,0	18	5,2	17,4
Esterco gado	621	346	19,2	18	10,1	16,2
Esterco galinha	540	304	30,4	10	47,0	18,9
Esterco porco	463	254	25,4	10	49,3	23,5
Feijão-de-porco	885	484	25,5	19	5,0	24,1
Folha de banana	890	490	25,8	19	1,9	nd
Folha de mandioca	916	522	43,5	12	7,2	nd
Grama Batatais	908	500	13,9	36	3,6	nd
Guandu	959	525	18,1	29	5,9	11,4
Labe-labe	885	502	45,6	11	20,8	nd
Mucuna-preta	907	493	22,4	22	5,8	29,7
Palha de arroz	543	304	7,8	39	5,8	4,1
Palha de café	1000	511	16,5	31	1,8	18,9
Palha de feijão	947	522	16,3	32	2,9	19,4
Palha de milho	968	538	4,8	112	3,8	16,4
Poupa de sisal	674	373	13,8	27	4,7	8,8
Sabugo de milho	452	525	5,2	101	1,9	9,0
Serragem de madeira	935	519	0,6	865	0,1	0,1
Serrapilheira	307	173	9,6	17	0,8	1,9
Talo e cacho de banana	853	470	7,7	6,1	1,5	5,3
Torta de babaçu	954	518	37,0	14	19,5	10,9
Torta de coco	946	524	43,7	12	18,8	31,4
Torta de filtro	788	438	21,9	20	23,2	12,3
Turfa	399	222	3,9	57	0,1	3,2
Bagaço de cana	585	328	14,9	22	2,8	9,9
Bagaço de laranja	225	128	7,1	18	1,8	4,1
Borra de café	868	478	19,1	25	1,7	0,2
Capim colonião	910	505	18,7	27	5,3	nd

nd= não disponível. Adaptados de Keihl (1981, 1985).

Na Tabela 2 é apresentada a composição química de compostos obtidos a partir de serragem grossa e serragem fina.

Tabela 2. Caracterização dos materiais utilizados para obtenção de compostos obtidos a partir de serragem de granulometria fina e granulometria grossa com esterco de curral.

Materiais	C/N	N	C	P	K	Ca	Mg	S	Mn	Fe	Cu	Zn	B
	----- g Kg ⁻¹ -----						----- mg Kg ⁻¹ -----						
Serragem fina	201	1,9	382	0,09	0,7	2,0	3,0	0,54	41,4	487	0,43	5,3	8,2
Serragem grossa	210	1,9	398	0,06	1,1	1,3	3,1	0,78	38,7	351	0,80	5,7	6,3
Esterco de curral	12	25,0	306	39,00	11,9	18,3	8,8	4,33	305,0	2.269	47,00	172,0	11,2
Mistura fina	153	7,8	364	9,8	3,5	6,1	4,3	1,49	107,0	933	12,10	47,0	9,0
Mistura grossa	160	7,7	375	9,9	3,8	5,6	4,6	1,70	105,3	836	12,44	47,3	7,5
Composto fino	26	12,5	331	7,70	6,4	9,9	41,5	2,30	199,0	1.456	23,80	85,2	11,5
Composto grosso	22	14,5	320	13,40	9,7	14,0	58,3	3,80	293,0	1.822	38,40	131,0	13,7

A análise dos resultados da Tabela 1 permite as seguintes observações:

- υ durante a compostagem há uma queda na relação C/N, uma vez que durante as reações oxidativas há liberação de água e gás carbônico, portanto com perda de C e um enriquecimento relativo em N;
- υ. devido à perda de C durante a compostagem há um enriquecimento da mistura inicial na concentração dos nutrientes das plantas ao se produzir o composto..

Além dos nutrientes das plantas, é importante conhecer a composição em elementos ou compostos potencialmente tóxicos, principalmente no caso da compostagem de resíduos como lixo urbano, lodo de esgoto, esterco de suínos, resíduos industriais, de modo a se utilizar o composto sem riscos para o meio ambiente e para a saúde dos animais e do homem.

A legislação americana e a européia estabelecem os níveis de metias pesado permissíveis no composto para seu uso na agricultura (Tabela 3).

Tabela 3. Teores de metais pesados periitidos em compostos em países da Europa e Estados Unidos.

País	Pb	Cu	Zn	Cr mg kg ⁻¹	Ni	Cd	Hg
Alemanha	150	100	400	100	50	15	1
Minesota	500	500	1000	1000	100	10	5
França	800				200	8	8
Áustria	900	1000	1500	300	200	6	4
Itália	500	600	2500	500	200	10	10
Suiça	150	150	500			3	3
Holanda	20	300	900	200	50	2	2

5. Obtenção prática de um composto de serragem e esterco de curral

O composto pode ser produzido de maneira bem simples, em processos denominados de sistemas abertos, onde a aeração é promovida pelo revolvimento do material em compostagem, ou em processos mais sofisticados, denominados de sistemas fechados, em que o controle da oxigenação é feito por meio de circulação forçada de ar. No sistema aberto, o material orgânico é amontoado em leiras com seção trapezoidal, as quais são revolvidas a intervalos de tempo para promover a aeração do meio. O sistema fechado envolve o uso de reatores, que permitem melhor controle das condições de aeração, temperatura e umidade, mas, evidentemente, apresenta custos mais elevados.

Para pequenas quantidades de composto, o mais indicado é o sistema aberto, que será descrito a seguir.

u. Em um terreno limpo, marcar um retângulo com largura entre 1 e '1,5 m e um comprimento que dependerá do volume de composto a produzir.

✓ O material rico em carbono (relação C/N larga) disponível (serragem, palha de arroz, palha de amendoim, lixo urbano, lodo de esgoto) deverá participar com uma proporção 3. No caso, usar-se o bagaço de cana.

Em função do volume de composto, usar um recipiente como medida (balde, carriola, carroça, caminhão) e dispor sobre o retângulo marcado no terreno uma

primeira camada do resíduo como na Figura 2.



Figura 2. Adição de uma medida de lodo de esgoto por meio de uma carriola sobre a primeira camada de bagaço de cana obtida com 3 carriolas.

w Em seguida, adicionar um volume do resíduo que funcionar como fonte de N e inoculo de microrganismos para que o processo oxidativo biológico ocorra.

x . Irrigar o meio por meio de uma mangueira, de tal forma que a umidade atinja cerca de 50-60 da capacidade de retenção de água da mistura, que foi previamente determinada em laboratório (Figura 3).



Figura 3. Molhando a leira com água de torneira.

y Adicionar, sucessivamente, uma camada de bagaço de cana e uma de lodo de esgoto até que a leira atinja uma altura de cerca de 1-1,5 m, adicionando água a cada nova camada de bagaço de cana + lodo de esgoto.

z Após a última camada de lodo de esgoto, revestir a leira com bagaço de cana (Figura 4).



Figura 4. Leira concluída.

Uma maneira prática de ser verificar se o teor de umidade está correto é pegar um pouco da mistura, colocar na mão e tentar fazer uma bolota. Se conseguir, o teor de umidade está próximo do ideal. A água não deve escorrer pelas mãos (excesso de água) e a massa também não deve esfarelas (pouca água).

{ . Após uma semana (ou quando a temperatura atingir cerca de 50-60°C, promover à revirada da leira, de tal modo a provocar um abaixamento da temperatura e também expor larvas que porventura tenham surgido no meio à radiação solar.

Para medir a temperatura de modo mais preciso, durante a formação da leira pode-se colocar um cano de PVC que fique com uma extremidade bem no centro da leira e a outra do lado externo. Um termômetro com escala de 0-100°C, preso na ponta de uma varinha de bambu, será inserido até o meio da leira para a medida da temperatura.

Para a operação de revirada da leira, marcar um retângulo de iguais dimensões ao lado da leira e com uma enxada ir movendo a mistura em compostagem, do topo para base, para a nova área.

Durante o revolvimento, adicionar água de modo a restaurar a umidade do meio.

Durante o revolvimento inicial da massa em compostagem pode-se observar os fungos que estão se desenvolvendo e que são responsáveis pela degradação inicial do material orgânico (Figura 5).



Figura 5. Amostra da massa em compostagem durante o priemrio revolvimento (7 dias após o início da compostagem).

| Repetir a operação de revolvimento da leira semanalmente (ou a cada 3 dias, em função da temperatura do meio) até o início da cura (término da fase termófila).

Para verificar se o composto está curado (pronto para ser usado), pode-se lançar mão de análises químicas (determinação do conteúdo de C e N e cálculo da relação C/N, que deverá ser menor que 30).

Uma maneira prática e colocar um pouco do material entre as mãos e esfregar. O composto pronto deixará as mãos sujas de graxa.

} Uma vez pronto o composto, o mesmo deve ser peneirado, de modo a melhorar sua qualidade.

Para tal, fazer o composto passar através de uma peneira com 5 mm de diâmetro de malha.

O material que ficar retido na peneira pode ser utilizado em uma outra compostagem.

6. Referências

- GLÓRIA, N.A. Uso agronômico de resíduos. In: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, 20, Piracicaba, 1992. Anais. Campinas: Fundação Cargill, 1992. P195-212.
- KIEHL, E.J. Preparo do composto na fazenda. Campinas, Casa da Agricultura, 3(3):6-9, 1981.
- KIEHL, E.J. Fertilizantes orgânicos. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 1985. 492p.
- NAKAGAWA, J. Compostagem: obtenção e uso. In: GUERRINI, I. A. & BULL, L. T. eds. ENCONTRO SOBRE MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO. 1. Botucatu, Faculdade de Ciências Agronômicas, 1992, p.177.
- PEREIRA NETO, J.T. & STENTIFORD, E.I. Aspectos epidemiológicos da compostagem Revista Biológica, 27:1-6, 1992.