



ANÁLISE DA VIABILIDADE DA COMPOSTAGEM DE PODA DE ÁRVORE NO CAMPUS DO CENTRO UNIVERSITÁRIO DE MARINGÁ – CESUMAR

Rebecca Manesco Paixão¹, Luiz Henrique Biscaia Ribeiro da Silva¹, Thaise Moser Teixeira²

RESUMO: Nos últimos séculos o desenvolvimento de novas tecnologias e a adoção de um modelo econômico baseado na produção e consumo em grande escala, ocasionou o acúmulo de resíduos. Devido à má gestão dos resíduos, as áreas disponíveis para disposição tornaram-se potencialmente poluidoras do solo, da água e do ar. A compostagem de resíduos sólidos orgânicos é um dos métodos mais antigos de reciclagem, no qual a matéria orgânica é transformada em composto humidificado. Além de ser uma alternativa para o problema dos resíduos, a compostagem proporciona o retorno da matéria orgânica e nutrientes ao solo. Neste âmbito, foi realizado um estudo de caso no campus universitário do CESUMAR com ênfase na geração de resíduos sólidos de poda de árvore e jardinagem, como folhas e galhos, os quais poderiam ser úteis como adubo orgânico, pelo método da compostagem, e verificado a viabilidade econômica e ambiental do mesmo. Os resíduos resultantes da poda de árvore foram coletados, quantificados e armazenados. A pilha da compostagem formou-se pelos resíduos, de modo que se desenvolveu a atividade microbiana corretamente, não gerando odores e impactos negativos ao meio ambiente. Após essa etapa, foi realizada a manutenção da pilha, através de coleta e análise de dados com ensaios microbiológicos de pH, umidade e temperatura, além de verificação de cor e granulometria. Foi realizado um monitoramento das diversas fases da compostagem até o composto final, o adubo orgânico, que será utilizado para a jardinagem do próprio campus, trazendo vantagens ambientais e econômicas ao CESUMAR.

PALAVRAS-CHAVE: Adubo Orgânico; Compostagem; Meio Ambiente; Resíduos.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente a maior preocupação da humanidade é a incontrolável geração de resíduos, os quais necessitam de um destino final sustentável, técnico e ambientalmente correto (GONÇALVES, 2010). Os processos de geração, descarte e disposição destes resíduos, se realizados incorretamente, podem provocar diversos impactos ambientais, sociais e econômicos.

A compostagem é uma técnica milenar, praticada pelos chineses há mais de cinco mil anos, e consiste em um processo biológico, onde microrganismos transformam a matéria orgânica como estrume, folhas, papel e restos de comida, em um composto que pode ser utilizado como adubo, rico em nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio

¹ Acadêmicos do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária do Centro Universitário de Maringá - CESUMAR, Maringá-PR. beccapaixao@hotmail.com, liquebrancos@hotmail.com.

² Orientadora e Docente do Centro Universitário de Maringá - CESUMAR, Maringá – PR. thaise_teixeira@yahoo.com.br



que são assimilados pelas raízes, além do ferro, zinco, cobre, manganês e boro assimilados em quantidades pequenas. Nada muito diferente do que a natureza faz a bilhões de anos desde que surgiram os primeiros microorganismos decompositores.

Esta prática pode ser realizada, sendo integrada em um sistema de reciclagem de materiais ou como um único sistema de tratamento da fração orgânica dos resíduos (RUSSO, 2003). Para isto, deve-se fomentar nas organizações a coleta seletiva para a reutilização, reciclagem e recuperação de matérias-primas ou energia (FUNIBER, 2003).

O resultado é um fertilizante orgânico de alto valor agregado e de baixo custo de produção com grande potencial de uso.

Neste sentido, a pesquisa realizada no campus do Centro Universitário de Maringá – CESUMAR localizado no município de Maringá - Paraná, o qual tem como principal atividade o Ensino Superior e possui atualmente 20 mil alunos entre educação presencial e a distância, tem como principal objetivo desenvolver um estudo de caso sobre a compostagem de poda de árvore realizada, principalmente na área da jardinagem, a qual recebe a média de 5 toneladas de resíduos verdes mensalmente. Procuramos, ainda, verificar pontos geradores de resíduos de poda de árvore, além de quantificar os resíduos; monitorar as diversas fases da compostagem dos resíduos desta poda, da fase inicial a final, fazendo análise através de ensaios microbiológicos: temperatura, pH, umidade e verificação de cor, odor e granulometria; além de verificar a viabilidade ambiental e econômica da compostagem no campus.

Isto tudo porque, iniciado em março de 2010, a compostagem foi tomada como prática pela necessidade da realização de uma reciclagem da poda de árvore, que antes era separada e recolhida por caminhões de lixo.

COMPOSTAGEM: UMA SOLUÇÃO VIÁVEL

Em meio à grande quantidade de resíduos produzidos nos pólos urbanos, a compostagem torna-se uma medida necessária, pois além de acelerar o processo de reciclagem da própria natureza, gera renda e empregos, diminuindo assim a necessidade do uso de aterros sanitários e automaticamente aumentando a qualidade e vida útil dos mesmos. Portanto, a compostagem é uma medida diretamente relacionada com o desenvolvimento sustentável do planeta.



Podemos dizer que a compostagem é o processo de transformação de diversos materiais orgânicos utilizáveis na agricultura. O processo de compostagem envolve transformações, promovidas por milhões de microorganismos do solo que têm na matéria orgânica *in natura* sua fonte de energia, nutrientes minerais e carbono. Assim, uma pilha de composto não é apenas um amontoado de lixo orgânico empilhado, mas sim um modo de fornecer condições adequadas aos microorganismos para que estes degradem a matéria orgânica e disponibilizem nutrientes para as plantas.

O composto produzido neste processo é muito usado na agricultura, paisagismo e jardinagem. Também é utilizado para recobrir e recuperar solos que perderam seus nutrientes naturais.

FONTE PARA A COMPOSTAGEM

Para a realização correta da compostagem, faz-se necessário que obtenhamos os materiais certos para o fim que queremos, assim no caso da compostagem de poda de árvore, podemos obter tanto materiais vegetais frescos e verdes, ricos em clorofila, os quais tendem a ter mais nitrogênio, quanto materiais secos e escuros. Além disso, os materiais podem ser divididos em duas classes, a dos materiais ricos em carbono e a dos materiais ricos em nitrogênio.

Entre os materiais ricos em carbono podemos considerar a casca de árvores, as aparas de madeira, as podas dos jardins, folhas e galhos. E entre os materiais nitrogenados incluem-se as folhas verdes, solo, restos de vegetais hortícolas, erva, etc.

As partículas dos materiais devem estar entre 1,3 e 7,6 cm e não devem conter entre elas pedaços de vidro, gordura e etc (CERRI, 2008).

PREPARAÇÃO DA PILHA

A pilha da compostagem deve ser feita em local adequado, não ficando exposta a fatores externos, como sol, chuva e ventos. Além disso, sugere-se que a pilha seja feita



próximo ao local onde o composto final será utilizado, e que haja água para o processo de humidificação.

O formato e tamanho da pilha também podem influenciar no processo, assim as pilhas devem ser preparadas diretamente no solo, constituindo-se por camadas de poda de árvore, e por camadas de esterco, em uma proporção de 3:1 respectivamente (CERRI 2008). Deve-se também haver um espaço para revolvimento da pilha, bem como valas de escoamento para águas pluviais ao redor das pilhas. A pilha deverá ter tamanho de 1,5 a 1,8 metros para o volume atingir a temperatura ideal e ter formato cônico de topo achatado (DIAS, 1996).

FATORES QUE INFLUENCIAM A COMPOSTAGEM

A realização do processo da compostagem exige a escolha certa do local e do material, e, além disso, existem alguns fatores que a influenciam como os fatores físicos, químicos e biológicos, tais como: organismos, temperatura, ph, umidade e aeração, e que devem estar de acordo, para finalização do processo e produção de um composto orgânico final.

ORGANISMOS

A transformação da matéria orgânica é resultante da ação combinada da macrofauna e mesofauna (minhocas, formigas, besouros e acáros) e de diferentes comunidades de microrganismos (incluindo bactérias, actinomicetas, leveduras e fungos) que predominam em diferentes fases da compostagem. Na compostagem, inicialmente, atuam microrganismos que metabolizam o nitrogênio orgânico transformando-o em nitrogênio amoniacal e com o decorrer da decomposição, a amônia pode ser perdida por volatilização ou convertida à forma de nitratos, pela nitrificação, fenômeno que é acidificante e contribui para que o composto maturado seja mais ácido do que o material original. Porém, se houver condições de anaerobiose, o nitrato será perdido por desnitrificação e este fenômeno tem efeito alcalinizante (OLIVEIRA et al, 2002 apud CERRI et al 2008).



No processo de compostagem a energia produzida pelos microrganismos promove um aumento da temperatura. Quando essa se encontra superior a 40°C começam a predominar os microrganismos termofílicos, responsáveis pela decomposição acelerada da matéria orgânica. Nessa fase as temperaturas ultrapassam os 55°C, promovendo a eliminação dos microrganismos patogênicos para os humanos ou para as plantas. Acima dos 65 °C a maioria dos microrganismos serão eliminados, incluindo aqueles que são responsáveis pela decomposição, sendo necessário um controle adequado.

TEMPERATURA

Um dos fatores de grande relevância no processo de transformação da matéria orgânica é a temperatura do ambiente onde se realiza o processo.

De uma maneira geral, quando a matéria orgânica é decomposta o calor criado pelo metabolismo dos microorganismos se dissipa e o material, normalmente, não se aquece. Porém, na compostagem de resíduos orgânicos, em pilhas, ou em condições controladas, o calor desenvolvido se acumula e a temperatura alcança valores elevados, podendo chegar à cerca de 80 °C.

O desenvolvimento da temperatura está relacionado com vários fatores, como: materiais ricos em proteínas, baixa relação Carbono/Nitrogênio, umidade e outros. Materiais moídos e peneirados, com granulometria fina e maior homogeneidade, formam montes com melhor distribuição de temperatura e menor perda de calor.

No processo de compostagem, a atividade microbiológica atinge alta intensidade, provocando a elevação da temperatura no interior da pilha, chegando a valores de até 65°C, ou mesmo superiores, em decorrência da geração de calor pelo metabolismo microbiológico de oxidação da matéria orgânica que é exotérmico.

Segundo Bernal 1998 apud CERRI 2008, existem 4 fases de temperatura para a compostagem:

- Fase mesofílica: é a fase em que predominam temperaturas moderadas, até cerca de 40 °C. Tem duração média de dois a cinco dias.
- Fase termofílica: quando o material atinge sua temperatura máxima (> 40 °C) e é degradado mais rapidamente. Esta fase pode ter a duração de



poucos dias a vários meses, de acordo com as características do material sendo compostado.

- Fase de resfriamento: é marcada pela queda da temperatura para valores da temperatura ambiente.
- Fase da maturação: é o período de estabilização que produz um composto maturado, altamente estabilizado e humificado, livre de toxicidade.

PH

O pH (potencial hidrogeniônico) do composto pode ser indicativo do estado de compostagem dos resíduos orgânicos, caracterizando-o em ácido, básico ou neutro. Durante as primeiras horas de compostagem, o pH decresce até valores de, aproximadamente, 5 (de caráter ácido), e posteriormente, aumenta gradualmente com a evolução do processo de compostagem e estabilização do composto, alcançando, finalmente, valores entre 7 e 8 (de caráter neutro a básico). Assim, valores baixos de pH são indicativos de falta de maturação devido à curta duração do processo ou à ocorrência de processos anaeróbios no interior da pilha em compostagem.

UMIDADE

Um teor de umidade de 50 a 60% é considerado indicado para a compostagem. Abaixo de 35-40% de umidade, a decomposição da matéria orgânica é reduzida e abaixo de 30% de umidade, a decomposição da matéria orgânica é praticamente interrompida. O limite superior depende do material e do tamanho das partículas sendo freqüentemente considerado entre valores de 55 e 60% de umidade. Uma umidade superior a 65% retarda a decomposição, e produzem-se maus odores em zonas de anaerobiose localizadas no interior da pilha de compostagem.



AERAÇÃO

A aeração da pilha favorece a oxigenação, a secagem e o arrefecimento no seu interior. Isto é, fornece o oxigênio para a atividade biológica, remove umidade e o calor da pilha, diminuindo a temperatura. A decomposição da matéria orgânica pode ocorrer por dois processos: na presença de oxigênio (aeróbio) e na sua ausência (anaeróbio). Sendo que na ausência de oxigênio a pilha pode gerar maus odores.

UTILIZAÇÃO DO COMPOSTO FINAL

A maior eficiência do composto orgânico é obtida quando utilizado imediatamente após o término do processo de compostagem. Entretanto, se isso não for possível, o composto deve ser armazenado em local protegido do sol e da chuva, e de preferência mantendo-o coberto com lona de polietileno ou mesmo com sacos velhos.

No Brasil, após um período de estagnação até a década de 1980, alguns agricultores vêm praticando uma agricultura diferenciada, orgânica, mais viável econômica e socialmente, produzindo alimentos mais saudáveis, chamados orgânicos ou ecológicos, de grande procura pelos consumidores.

O composto deve ser incorporado ao solo trinta dias antes da instalação da cultura, tanto em culturas anuais, como perenes. No caso de culturas perenes instaladas (como a do café e das frutíferas), este adubo orgânico deverá ser enterrado formando uma coroa ao redor das plantas. As recomendações de quantidades variam com o tipo de composto orgânico aplicado, com o solo, a cultura e as condições ambientais. Em geral, as taxas de aplicação estão entre 10 a 100 toneladas/hectares, porém níveis mais elevados não são incomuns (CORTEZ, 2008).

2 MÉTODOLOGIA

Os resíduos utilizados no processo da compostagem são provenientes da poda de galhos, folhas e aparas de grama, realizada em todo campus do Centro Universitário de



Maringá – CESUMAR. Assim, verificaram-se possíveis pontos geradores de tais resíduos, para quantificação e análise posterior, através de coleta de dados com o responsável pela jardinagem do centro universitário.

Realizou-se um acompanhamento da compostagem, durante suas três fases principais, que segundo Kiehl (1998), a primeira fase dita inicial e rápida de fitotoxicidade ou de composto cru ou imaturo, seguida de uma segunda fase de semi-cura ou bioestabilização, para atingir finalmente a terceira fase, a humificação, acompanhada da mineralização de determinados componentes da matéria orgânica.

Os resíduos foram armazenados em local adequado. Galhos triturados e a seguir misturados com o resto dos resíduos para a formação da pilha de compostagem. Tais pilhas foram preparadas diretamente no solo, constituindo-se por camadas de poda de árvore, e por camadas de terra, em uma média de 40 cm e 10 cm respectivamente, com o objetivo de acelerar o processo e reter umidade. Além disso, teve tamanho de 1,6 metros para atingir a temperatura ideal, formato cônico e topo achatado, sendo mantida em local coberto e arejado.

O revolvimento e a adição de pó de café nas pilhas foram realizados manualmente durante o processo, de acordo com suas necessidades, para evitar possíveis odores e acelerar o processo.

Para a compostagem ter sucesso, se faz necessário um monitoramento frequente de características como: temperatura, pH, umidade. Condições mínimas para estímulo e proliferação de microrganismos decompositores.

Além disso, observou-se a cor, odor e granulometria das pilhas. O controle da umidade foi feito, também, manualmente verificando se existia falta ou excesso de água, para propiciar um ambiente adequado aos processos biológicos.

O monitoramento da temperatura realizado com termômetro permitiu-se precisar quando deveria ser feito o revolvimento. O controle do pH foi feito com fitinhas medidoras de pH.

Ao se encerrar essa fase, a pilha estava maturada, e o composto final - o adubo - será usado para a jardinagem do campus CESUMAR. Por fim, foi analisado o composto final, e verificado a viabilidade econômica e ambiental da compostagem no campus do CESUMAR.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com o responsável pela compostagem de poda de árvore do CESUMAR, são recolhidos uma média de 5 toneladas mensalmente, a qual é armazenada. Galhos são triturados para formação da pilha, e não devem estar muito secos. A trituração é realizada por um equipamento especializado (Figura 1), cedido pelo próprio Centro Universitário de Maringá, e deve ser realizada para a quebra das fibras da poda de árvore, para o processo de decomposição.

O processo da compostagem dura em torno de 120 dias, e assim foram analisados os seguintes tópicos, nas 3 principais fases.



Figura 1 – Triturador de galhos

TEMPERATURA

Na primeira fase, em uma pilha de compostagem feita a 5 dias, foi observada a temperatura de 28°C, sendo considerada por Bernal 1998 apud CERRI, 2008), como uma fase mesofílica, onde predominam temperaturas moderadas, até cerca de 40 °C.

Na segunda fase da pilha, com 30 dias, foi observada a temperatura de 40°C, atingindo assim sua fase termofílica, onde o material é degradado rapidamente.



Na terceira fase da pilha, com 120 dias, foi observada a temperatura de 29°C, sendo considerada uma temperatura ambiente, chamada fase de resfriamento, seguida da fase de maturação, onde ocorre a estabilização, produzindo o composto maturado.

As mudanças de temperatura podem ser observadas abaixo, na Figura 2.

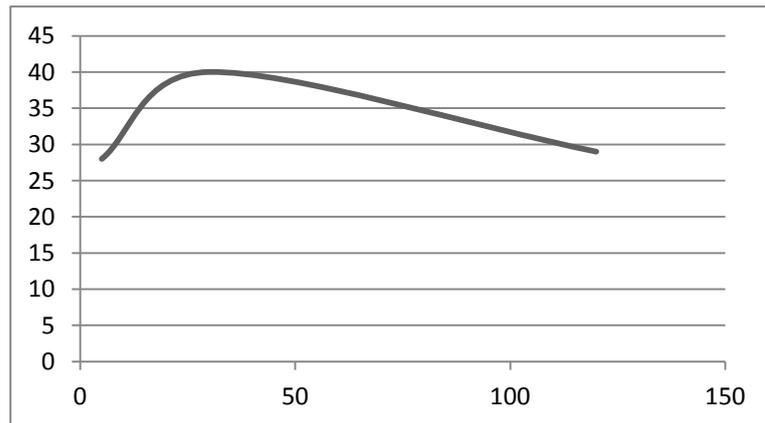


Figura 2 – Variação da temperatura (°C) do composto ao longo do tempo (dias)

PH

Foi verificado que ao longo das três fases da compostagem o pH subiu de inicialmente 5 até o valor de 7, sendo considerado o composto final de caráter neutro, e estando em seu padrão aceitável.

ODOR

Não foi identificada a presença de nenhum odor durante todo o processo, indicando a compostagem como feita corretamente, e o composto final, o adubo, tem cheiro de 'terra molhada', segundo Dias, 1996.

UMIDADE

Um teor de umidade de 40 a 50% foi verificado na compostagem, o que é considerado indicado. Além disso, pôde-se observar a mudança da umidade em relação ao composto inicial com o final, onde foi de caráter seco a úmido.

COR

Durante todo o processo de compostagem, foi possível verificar claramente a mudança da coloração, passando na fase inicial de um marrom clarinho (cor de palha) para um marrom escuro, quase preto no composto final.

GRANULOMETRIA

Quanto a granulometria durante o processo, também foi possível observar que o tamanho das partículas diminui significativamente até a ultima fase, sendo nesta, bem poroso.

As diferenças entre cor, umidade e granulometria podem ser observadas nas Figuras 3 e 4, onde na primeira as partículas são grandes, o composto é seco e de coloração clara, enquanto que na segunda o composto possui partículas pequenas, é úmido e de coloração escura, enquanto que na segunda,



Figura 3 - Processo de compostagem no estado inicial, com 5 dias



Figura 4 - Processo de compostagem no estado final, com 120 dias

VIABILIDADE

O composto final, depois de maturado é utilizado no setor da jardinagem do campus CESUMAR, tanto nas plantas medicinais de projetos de biologia, quanto na horta. Verificando assim que existe tanto uma viabilidade econômica quanto ambiental na realização deste processo, uma vez que todos os resíduos gerados na poda de árvore são utilizados na compostagem, como um processo de reutilização dos mesmos, e além disso, não existem gastos financeiros na compra de adubo, uma vez que o composto final é inteiramente utilizado.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a realização da pesquisa pôde-se alcançar os objetivos almejados, verificando-se que a compostagem no campus do Centro Universitário de Maringá é realizada corretamente, tendo bons resultados com as análises microbiológicas, e considerando sua viabilidade tanto econômica quanto ambiental. Isto por que:



- O composto final estimula o desenvolvimento das raízes das plantas, aumenta a capacidade de infiltração da água, mantém estável a temperatura e os níveis de acidez no solo;
- Ativa a vida do solo, favorecendo a reprodução de microorganismos benéficos às culturas agrícolas;
- Reduz-se a quantidade de lixo destinado ao aterro, automaticamente aumentando sua vida útil;
- Contribui para um desenvolvimento sustentável e ecologicamente correto;
- Diminui despesas com fertilizantes químicos.

REFERÊNCIAS

BARATTA JUNIOR, Almir Punaro; MAGALHÃES, Luís Mauro Sampaio. Aproveitamento de resíduos de poda de árvore da cidade do Rio de Janeiro para compostagem. **Revista de Ciências Agro-ambientais**, Alta Floresta, v. 8, p.113-125, 2010.

BERNAL, M. P.; SÁNCHEZ–MONEDERO, M. A.; PAREDES, C.; ROIG, A. Carbon mineralization from organic wastes at different composting stages during their incubation with soil. **Agriculture Ecosystems & Environment**, v. 69, 1998.

CAPRA, F. A **Teia da Vida**. São Paulo: Pensamento, 2004.

CERRI et al. **Compostagem**. Disciplina: matéria orgânica do solo. Universidade de São Paulo, 2008.

CORTEZ, Cristiane Lima et al. Compostagem de resíduos de poda urbana. **Centro Nacional de Referência em Biomassa**, São Paulo, 2008.

DIAS, Sandra Maria Furiam; VAZ, Luciano Mendes Souza. Compostagem aeróbica: tratamento dado ao lixo gerado no campus da universidade estadual de Feira de Santana. **19º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Feira de Santana, 1996.

FÁTIMA, Maria de. Manejo integrado dos resíduos de poda urbana. **Ambiente Brasil**, Recife, 2006.

FUNIBER. Ministério da educação. Gestão de Resíduos. In: **Módulo de disciplinas cursos área ambiental – área de concentração de gestão de resíduos sólidos**, 2003. Módulo II.

GONÇALVES, Morgana Suszel ET AL. Gerenciamento de resíduos sólidos na Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Francisco Beltrão. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, v. 15. Março, 2010.



INÁCIO, Caio de Teves; MILLER, Paul Richard Momsen. **Compostagem: ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos**. São Paulo: Embrapa, 2009.

KIEHL, E. J. Manual de Compostagem: maturação e qualidade do composto. Piracicaba,:**E. J.Kiehl**, 1998.

Manual de compostagem disponível em:

<http://www.ci.esapl.pt/mbrito/compostagem/Manual_Compostagem.htm#1.1 – Definição de compostagem> acesso em 21 de junho de 2011.

PEIXOTO, J. O. **Destinação final de resíduos, nem sempre uma opção econômica**. Engenharia Sanitária, (1): 15-18, 1981.

PINHAL, Moatan. Compostagem e as podas da cidade. **A Cura do Planeta**, Fortaleza, 2011.

RUSSO, M. A. T. **Tratamento de resíduos sólidos**. 2003. 193 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade de Coimbra. Faculdade de Ciência e Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil, Coimbra.

STEUBING, L. **Métodos de Ecología Vegetal**. Santiago de Chile: Editorial Universitaria, 2002.