

A compostagem como alternativa para a problemática dos resíduos agroindustriais no Sertão Paraibano

The composting as an alternative for tackling the agro-industrial residues issues in the Outback of Paraíba State, Brazil

Rafaela Alves Pereira¹; Camilo Allyson Simões Farias²; Emanuel Tarcísio do Rêgo Farias³; Talita Dantas Pedrosa⁴; Alan Dél Carlos Chaves⁵.

Resumo: Os resíduos agroindustriais geralmente apresentam grandes concentrações de materiais orgânicos e seu manejo inadequado pode poluir solos e corpos hídricos, criando diversos problemas ambientais. Estes resíduos não devem ser considerados rejeitos, pois possuem valor econômico agregado e podem ser tratados e aproveitados no próprio setor agroindustrial. Os processos de compostagem têm se estabelecido como formas eficientes de minimizar a problemática ambiental e de reduzir o volume de resíduos sólidos orgânicos descartados. Esse trabalho tem como objetivos estudar o processo de compostagem como uma alternativa útil para a problemática dos resíduos e avaliar os parâmetros que interferem no processo. Para isso, duas pilhas de compostagem foram montadas e monitoradas observando-se os parâmetros de temperatura, umidade, pH, sólidos voláteis e redução de massa seca. O processo de compostagem adotado mostrou-se eficaz, apresentando-se como uma possível alternativa na mitigação dos impactos ambientais associados à disposição inadequada de resíduos agroindustriais.

Palavras-chaves: tratamento biológico, resíduos sólidos, meio ambiente.

Abstract: The agro industrial wastes usually present great concentrations of organic materials and their inadequate management may pollute soils and water bodies, creating several environmental problems. Such wastes must not be considered as just trash, since they have economic value added and may be treated and used in the own agro industrial sector. Composting processes have established themselves as efficient procedures for minimizing environmental issues and reducing the volume of discarded organic solid wastes. This work aims at studying a composting process as a useful alternative for tackling residues issues and assessing the parameters that influence the process. For this, two compost piles were set and monitored by observing parameters such as temperature, humidity, pH, volatile solids and reduction in dry matter. The adopted composting process was efficacious and presented itself as a possible alternative for mitigating environmental issues related to the improper disposal of agro industrial wastes.

Key-words: biological treatment, solid wastes, environment.

INTRODUÇÃO

Um dos maiores desafios da sociedade contemporânea é a busca por uma gestão adequada dos resíduos sólidos.

O crescimento populacional e os modernos padrões de consumo, cada vez mais acentuados, fazem com que os sistemas agropecuários e agroindustriais aumentem a sua produção. Como consequência dessa forte produção, tem-se gerado uma grande quantidade de resíduos, um problema que toma proporções de ordem social, econômica e ambiental (VERAS & POVINELLI, 2004).

No sertão paraibano e mais especificamente na cidade de Pombal – PB existe uma grande quantidade de fábricas de doces. Dentre esses empreendimentos, destaca-se a fábrica DIANA pela produção de doces do tipo bananada e goiabada para abastecer a região. Estima-se que nessa fábrica seja gerado diariamente cerca de uma tonelada de cascas de banana por dia. Na maioria das vezes essas cascas não possuem tratamento e são disponibilizadas aos animais.

No setor da pecuária, a criação de animais como ovinos também gera uma considerável quantidade de dejetos que, em geral, são considerados de pouca importância ou com nenhum valor comercial por parte dos pequenos produtores do sertão paraibano. O manejo de

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 15/05/2013; aprovado em 18/07/2013

¹ Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais (PPGSA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). e-mail: faela.alves@hotmail.com

² Professor Adjunto, Unidade Acadêmica de Ciências e Tecnologia Ambiental, Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). e-mail: camilo@ccta.ufcg.edu.br

³ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais (PPGSA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). e-mail: emanueltarcisio@ccta.ufcg.edu.br

⁴ Engenheira Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). e-mail: tdpedrosa2@yahoo.com.br

⁵ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais (PPGSA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). e-mail: alandcgc@hotmail.com

dejetos de animais em regime de pastejo se faz necessário não só nos grandes setores agropecuários, como também nas pequenas propriedades, pois em muitas delas a falta de estrutura para reter e tratar esses dejetos transforma um problema de caráter particular em um grande problema ambiental.

Pressões ambientais e sociais têm incentivado a busca imediata por soluções para os resíduos sólidos, visto como a sua taxa de geração é bem superior a sua taxa de degradação no meio ambiente (FIORI et al., 2008).

Dentre os processos de tratamento biológico de resíduos orgânicos, há um destaque especial para compostagem, por diminuir o potencial poluidor e contaminante dos resíduos ao convertê-los em um composto orgânico capaz de reciclar os nutrientes no solo (DOMÍNGUEZ et al., 2010).

Segundo Inácio & Miller (2009), a compostagem pode ser definida como um processo controlado, caracterizado pela decomposição aeróbica por meio de microrganismos, que utilizam os materiais orgânicos como fonte de energia para o seu crescimento e, conseqüentemente, transformam compostos químicos complexos em estruturas mais simples.

O principal objetivo desse trabalho consiste em estudar o processo de compostagem como uma alternativa útil para a problemática dos resíduos orgânicos agroindustriais e agropecuários considerando um estudo de caso na cidade de Pombal, que está localizada no sertão do estado da Paraíba, Brasil. Para isso, os principais parâmetros que interferem no processo serão analisados.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Câmpus de Pombal, sendo conduzido no período de abril a julho de 2012.

Os resíduos orgânicos utilizados no processo de compostagem foram: cascas de banana, provenientes da fábrica de doce DIANA, Pombal - PB; esterco ovinos originado de propriedades vizinhas ao câmpus da UFCG, Pombal - PB; e podas de marmeleiro (*Croton sonderianus* Mull. Arg) e jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* Willd. Poir) obtidas no interior do câmpus da UFCG.

Estes resíduos foram escolhidos em função da disponibilidade, visto que a sua geração na cidade de Pombal é considerável e que os mesmos nem sempre possuem uma destinação final adequada.

Após serem triturados, os resíduos foram misturados e usados para montar duas pilhas com diâmetro e alturas de cerca de 1,5 m e 0,8 m, respectivamente, acumulando-se uma massa total de 500 kg em cada monte. As porcentagens de cada tipo de resíduo das pilhas foram estabelecidas de maneira que fosse possível obter uma relação C/N da mistura de 28:1, valor dentro da faixa recomendada na literatura (CASTILHOS JÚNIOR et al., 2010).

Neste estudo, os processos de compostagem foram conduzidos em dois tipos de superfície: a) em pátio com piso plano em concreto e com declividade de 2%, de forma a permitir o escoamento de lixiviados; e b) em solo compactado. Ambas as superfícies estão localizadas nas dependências do Câmpus de Pombal, sendo consideradas anexas do LABRES.

Com o intuito de avaliar a eficiência do processo de compostagem na decomposição controlada dos resíduos, foram monitorados cinco parâmetros: temperatura, umidade, pH, sólidos voláteis e redução de massa seca.

Medições de temperatura foram feitas diariamente e sempre no mesmo horário, às sete horas da manhã. Para a aferição das temperaturas, sempre se tomou três pontos da pilha (base, centro e topo), utilizando-se um termômetro digital.

Em cada reviramento foram analisadas as condições de umidade e as possíveis correções, considerando-se 55% como valor ideal (PEREIRA NETO, 2007). As amostras utilizadas para as avaliações eram coletadas sempre após o reviramento das pilhas, sendo retiradas de vários pontos e misturadas.

O pH foi monitorado a cada três dias e, para a sua determinação, utilizou-se a metodologia sugerida por SILVA (2009), onde se pesou uma amostra *in natura* de 10 g do material das pilhas e adicionou-se 50 ml da solução de cloreto de cálcio 0,01 mol/L. Essa mistura foi agitada durante 10 minutos e deixada em repouso por 30 minutos. Após esse procedimento, foram feitas as medições.

Os sólidos voláteis foram monitorados a cada três dias retirando-se amostras de 5 g do material das pilhas e postas para secar em estufa a 60-65°C. Após isso, as amostras foram colocadas em cápsulas de porcelana elevando-se as temperaturas para a faixa entre 103°C e 105°C até obter-se constância de massa. Em seguida, a amostra foi levada para mufla, onde foi aquecida a uma temperatura de 550°C até obter-se massa constante. Após retirar da mufla, as amostras foram postas para esfriar em dessecador e pesadas (SILVA, 2009).

A avaliação da redução da massa seca das pilhas também foi efetuada a cada três dias. Para isso, utilizou-se uma balança do tipo comercial para a pesagem dos resíduos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Monitoramento da temperatura:

A temperatura no interior da pilha de resíduos constitui um dos fatores mais indicativos da eficácia do processo de compostagem (PEREIRA NETO, 2007). As temperaturas médias registradas durante o período de compostagem para as pilhas montadas no solo compactado e no pátio pavimentado estão apresentadas na Figura 1.

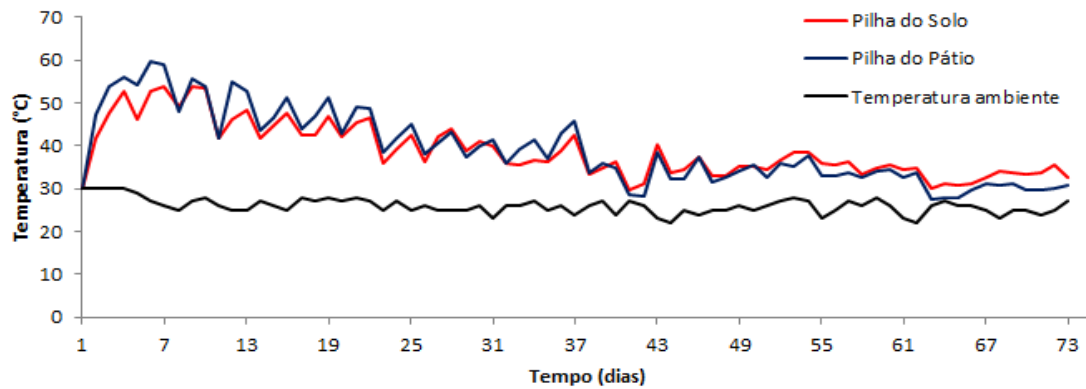


Figura 1. Temperaturas médias dos processos de compostagem realizado no solo e no pátio.

Constata-se que as temperaturas médias das pilhas de resíduos orgânicos atingiram a fase termófila (temperatura $>43^{\circ}\text{C}$) nas primeiras 24 horas, mantendo-se acima desse patamar até o 21.º dia. Segundo Pereira Neto (2007), quando os resíduos são empilhados, inicia-se através da flora mesofílica o processo degradativo dos resíduos. A energia liberada na forma de calor fica retida na massa de compostagem ocasionando o aumento da temperatura. Com condições favoráveis (umidade, aeração, nutrientes etc.), os microrganismos mesofílicos multiplicam-se aumentando a atividade de degradação e, consequentemente, a temperatura atinge rapidamente a faixa termofílica.

Com relação ao pico de temperatura, a pilha do pátio atingiu valor igual a 60°C no oitavo dia. Já na pilha montada no solo, não foi possível atingir valores superiores a 55°C . Segundo Pereira Neto (2007), é necessário que durante o processo se atinjam temperaturas superiores a 55°C de forma a assegurar a higienização, ou seja, a destruição de microrganismos patogênicos e sementes de ervas daninhas. A partir do 40.º dia de compostagem, as temperaturas em ambas as pilhas caíram para índices mesofílicos e não mais retornaram às temperaturas anteriores, caracterizando o início da fase de maturação.

Monitoramento do pH:

Um pH variando entre 6,0 e 8,0 é o mais adequado aos microrganismos presentes na compostagem (SANTOS, 2007). Em todo o processo, os valores de pH dos dois tratamentos apresentaram-se alcalinos, com valores em torno de 9,0. Percebe-se que o comportamento diferenciou-se do padrão citado por Santos (2007) em relação aos valores de pH durante o processo de compostagem. Por outro lado, os valores encontrados são semelhantes aos observados por Brito (2008), que avaliando diferentes proporções de misturas de resíduos orgânicos e podas, verificou valores de pH acima de 9,0. Os valores de pH em função do período de compostagem estão apresentados na Figura 2.

Segundo Pereira Neto (2007), compostos orgânicos alcalinos podem ser indicados como ótimos condicionadores para solos ácidos. Lima et al. (2005), aplicando 10 kg de composto orgânico em parcelas de 2m^2 em latossolo vermelho amarelo distrófico com pH de 4,7, obteve resultados semelhantes a aplicação de doses de calcário dolomítico recomendadas.

De acordo com Santos (2007), o valor final do pH de um composto depende muito das matérias primas

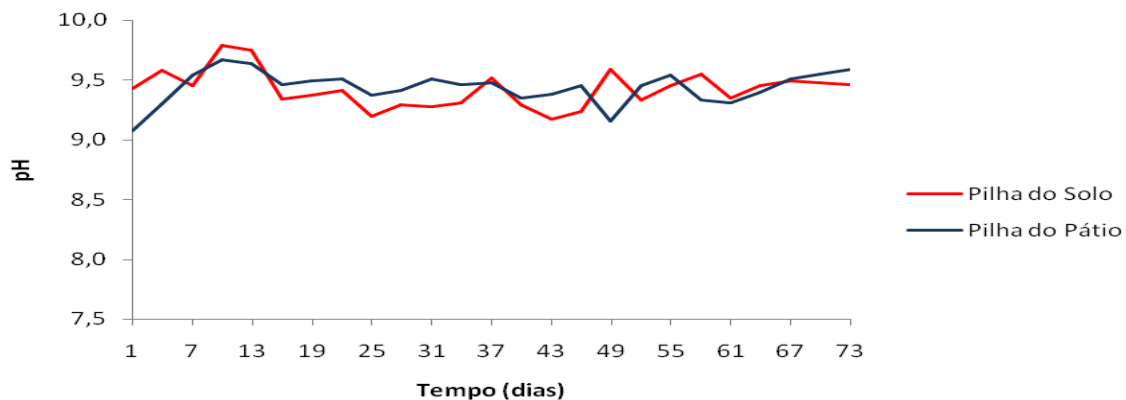


Figura 2. Valores de pH em relação ao tempo de compostagem (dias)

utilizadas. Os materiais utilizados na montagem das pilhas de compostagem desse estudo já apresentavam um pH alcalino no início do processo, com valores de aproximadamente 9,1.

Monitoramento dos sólidos totais voláteis:

Outro parâmetro utilizado para a avaliação da degradação da matéria orgânica é a quantificação dos sólidos voláteis, que tende a diminuir à medida que o material orgânico é degradado. Os valores de concentração de sólidos voláteis para a pilha montada sobre o solo diminuiu de 495,79 g/kg para 149,03 g/kg ao longo do período de compostagem avaliado. Já para a pilha montada sobre o pátio pavimentado, os valores foram reduzidos de 508,18 g/kg para 268,94 g/kg. Esse estudo possibilitou uma redução média do teor de sólidos voláteis

Os dados de reduções de massa seca durante o processo de compostagem podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1. Massa seca inicial (MSI), massa seca final (MSF), massa seca perdida (MSP) e redução de massa seca (RMS) dos compostos.

| Pilhas | MSI (kg) | MSF (kg) | MSP (kg) | RMS(%) |
|--------|----------|----------|----------|--------|
| Pátio | 285 | 137 | 148 | 51,93 |
| Solo | 285 | 169 | 116 | 40,70 |

Com relação à redução da massa seca da mistura de compostagem, ocorreu uma maior redução do material processado na pilha montada no pátio, com um percentual de 51,93% em relação à pilha do solo, com valor igual a 40,70%. A Figura 4 faz um comparativo nas reduções de

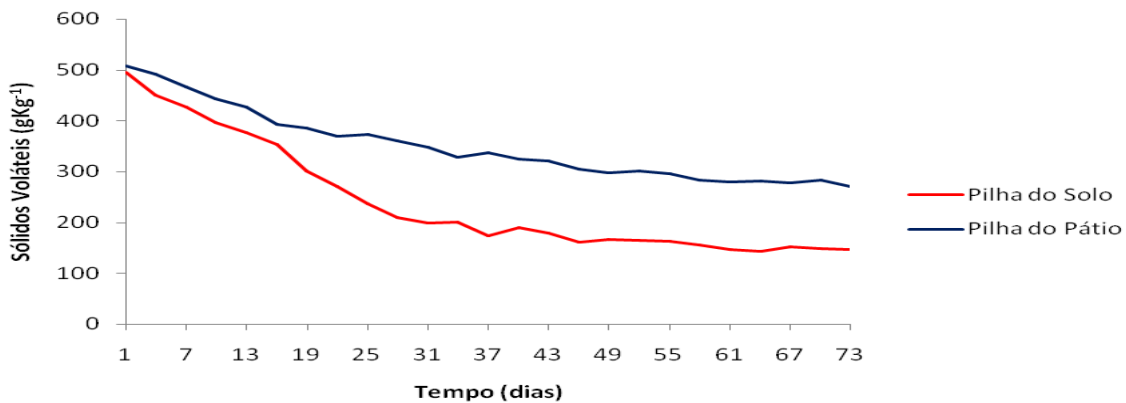


Figura 3. Comportamento dos valores de sólidos voláteis em relação ao tempo (dias)

de 69,94% no processo realizado no solo e de 47,08% para o conduzido no pátio.

De acordo com Pereira Neto (2007), um processo de compostagem eficiente deve apresentar uma redução média do teor inicial de sólidos voláteis de 40%. Dessa forma, percebe-se a eficiência do processo de compostagem realizado em ambos os tratamentos, com teores de redução acima do valor indicado na literatura. O comportamento desse parâmetro ao longo do processo de compostagem pode ser visualizado na Figura 3.

Observa-se, por meio do teor de sólidos voláteis, que houve uma maior degradação dos materiais da pilha do solo em comparação com a do pátio. O contato da mistura de compostagem com o solo e, certamente, com uma flora mais diversificada de microrganismos degradadores, provavelmente contribuiu para esse resultado.

Monitoramento da redução de massa:

massa dos dois tratamentos ao longo do período de compostagem.

A menor redução de massa observada na pilha sobre o solo compactado pode ser explicada pela incorporação de solo à massa de compostagem durante os reviramentos periódicos, o que não acontecia na pilha montada sobre o pátio pavimentado. Isso é evidenciado ao analisar na Figura 4 o comportamento da massa seca da pilha montada sobre o solo, onde houve em vários momentos o aumento da massa seca no decorrer do tempo.

CONCLUSÕES

Este trabalho apresentou os resultados de dois processos de compostagem conduzidos no sertão paraibano considerando-se uma mistura de cascas de bananas, esterco ovino e podas de jurema e marmeleiro.

Os parâmetros temperatura, pH, sólidos voláteis e redução de massa seca contribuíram para avaliação da

eficiência do processo, mostrando, na maioria das vezes, um comportamento similar aos observados na literatura.

O processo de compostagem adotado nesse estudo de caso mostrou-se eficaz para o tratamento dos resíduos

INÁCIO, C. T.; MILLER, P. R. M. **Compostagem: Ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos**. Embrapa Solos. Rio de Janeiro, 2009. 156p.

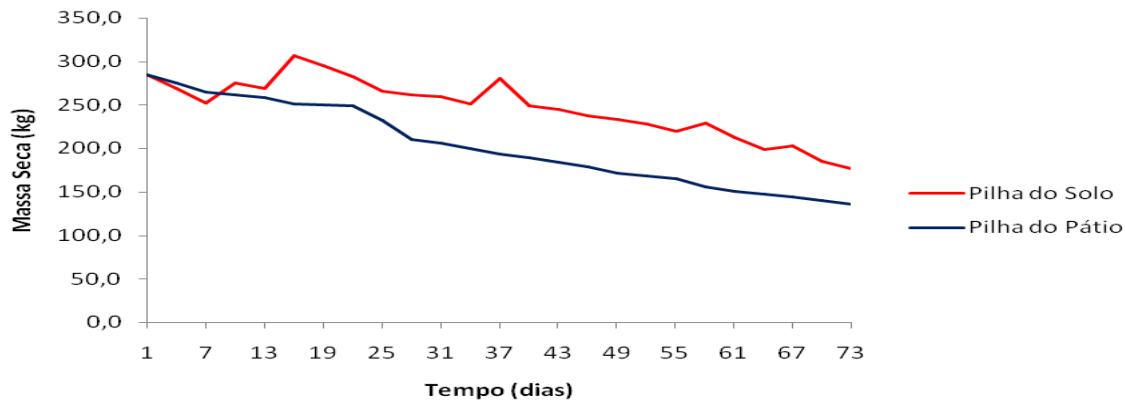


Figura 4. Massa seca (kg) das pilhas de compostagem em relação ao tempo (dias)

agroindustriais em condições semiáridas, apresentando-se como uma alternativa na mitigação dos impactos ambientais associados a sua disposição inadequada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRITO, M. J. C. **Processo de Compostagem de Resíduos Urbanos em Pequena Escala Potencial de Utilização do Composto como Substrato**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processo). Universidade Tiradentes. Aracaju, 2008.

CASTILLO, H. et al. Effect of Californian red worm (*Eisenia foetida*) on the nutrient dynamics of a mixture of semi-composted materials. **Bioresource Technology**, v. 102, p. 4171 – 4178, 2010.

DOMÍNGUEZ, J.; GÓMEZ-BRANDÓN, M. Ciclos de vida de las lombrices de tierra aptas para el vermicompostaje. **Acta Zoológica Mexicana**, Cidade do México, Número Especial 2: p. 309 - 320, 2010.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes** / editor técnico, Fábio Cesar da Silva. – 2. Ed. Ver. Ampl. – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p.

FIORI, M.G.S., M. SCHOENHALS, FOLLADOR, F.A.C. Análise da evolução tempo-eficiência de duas composições de resíduos agroindustriais no processo de compostagem aeróbia. **Engenharia Ambiental**, 5: 178 - 191, 2008.

LIMA, C. R. C.; LIMA, J. S.; AGUIAR, A. C. Estudo comparativo entre adubação orgânica e inorgânica através de indicadores de sustentabilidade. In: Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental, 23, 2005, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande-RJ. ABES, 2005.

PEREIRA NETO, J.T. **Manual de Compostagem: processo de baixo custo**. Viçosa, MG; UFV, 2007.

SANTOS, J. L. D. **Caracterização físico-química e biológica em diferentes laboratórios de produtos obtidos a partir da compostagem de resíduos orgânicos biodegradáveis**. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada), Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto, 2007.

VERAS, L. R. V & POVINELLI, J. A vermicompostagem do lodo de lagoas de tratamento de efluentes industriais consorciada com composto de lixo urbano. **Revista Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental**. Vol. 9. Nº3. Jul/set. 7 p. 2004.