

## ***Maturação de compostos orgânicos de resíduos agroindustriais***

### ***Maturation of organic compounds from agro-industrial residues***

Rafaela Alves Pereira<sup>1</sup>; Camilo Allyson Simões Farias<sup>2</sup>; Talita Dantas Pedrosa<sup>3</sup>; Emanuel Tarcísio do Rêgo Farias<sup>4</sup>;

**Resumo:** Os resíduos agroindustriais geralmente apresentam grandes concentrações de materiais orgânicos que, se manejados de forma inadequada, podem poluir e/ou contaminar o solo, a água e o ar. A técnica de compostagem tem se mostrado um processo eficiente na busca pela minimização da problemática ambiental associada aos resíduos orgânicos e na redução do volume de resíduos descartados em lixões e aterros sanitários. O principal objetivo deste trabalho consiste na utilização de parâmetros físico-químicos para verificar a maturação de compostos orgânicos obtidos a partir de resíduos agroindustriais da região de Pombal, um município localizado no semiárido paraibano. Para obtenção dos compostos orgânicos, cascas de bananas, esterco ovino e podas de marmeleiro e jurema-preta foram triturados e misturados para montar duas pilhas de compostagem, sendo uma depositada em solo compactado e outra sobre um pátio pavimentado com concreto. Os parâmetros utilizados na avaliação da maturação foram: temperatura, relação C/N, condutividade elétrica, pH e demanda química de oxigênio. Os resultados sugerem que os compostos orgânicos estudados estão maturados, indicando que estes simples métodos são considerados seguros para verificação de processos de compostagem conduzidos em regiões sujeitas às condições semiáridas.

**Palavras-chaves:** Agroindústria, compostagem, semiárido.

**Abstract:** Agroindustrial wastes generally present large concentrations of organic materials which, if improperly handled, can pollute and/or contaminate the soil, water and air. The composting technique has proved itself to be an efficient process in the search for minimizing environmental problems associated with organic waste and reducing the volume of wastes disposed in dumps and landfills. The main objective of this work is to use physicochemical parameters in order to verify compost maturity obtained from agroindustrial wastes of the region of Pombal, a city located in a semiarid land of Paraíba State, Brazil. With the purpose of obtaining the organic composts, banana skins, sheep manure and *marmeleiro* (*Croton sonderianus* Mull. Arg) and *jurema-preta* (*Mimosa tenuiflora* Willd. Poir) prunings were triturated and mixed so as to mount two compost piles, one placed on compacted soil and the other on a concrete patio. The parameters used for maturity evaluation were: temperature, C/N ratio, electrical conductivity, pH and chemical oxygen demand. The results suggest that the studied organic composts are matured, indicating that such simple methods are considered to be safe for verifying composting processes conducted in regions subject to semiarid conditions

**Key-words:** Agribusiness, composting, semiarid

## **INTRODUÇÃO**

Entre as grandes preocupações do mundo moderno, uma das primordialmente tratadas tem sido a geração descontrolada de resíduos sólidos. Cerca de 240 mil toneladas de lixo são produzidas diariamente no Brasil, gerando um total de 87,6 milhões de toneladas ao ano (SANTOS et al., 2008).

O lixo gerado pela agroindústria apresenta composição semelhante a do lixo urbano, apresentando em média, 31% de material reciclável e 65% de material orgânico (MATOS, 2005).

Os resíduos orgânicos são biodegradáveis e, quando dispostos no meio ambiente, se degradam

naturalmente pela ação de microrganismos (INÁCIO & MILLER, 2009). Entretanto, quando eles são descartados no ambiente de forma indiscriminada e sem qualquer tipo de controle, podem propiciar o surgimento do chorume, um líquido de cor escura e com elevada carga orgânica, que é altamente prejudicial ao ambiente e à saúde pública. Além do chorume, a liberação de gases tóxicos e, em alguns casos, a presença de metais pesados resultam na contaminação do solo, água e ar (LUNA et al., 2009).

Uma alternativa viável para reduzir custos e dar uma destinação correta aos resíduos orgânicos gerados é a utilização de substratos formulados a partir de resíduos agroindustriais. Entre os materiais com alto potencial de utilização em substratos, encontra-se o composto

\*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 19/04/2013; aprovado em 18/07/2013

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

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

<sup>3</sup> Engenheira Ambiental pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). e-mail: tdpedrosa2@yahoo.com.br

<sup>4</sup> Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). e-mail: emanueltarcisio@ccta.ufcg.edu.br

orgânico, que além de ser fonte de matéria orgânica e de nutrientes para as mudas, representa uma forma de reciclagem (LUSTOSA FILHO et al., 2012).

A compostagem se destaca como sendo um dos processos de tratamento biológico de resíduos orgânicos por diminuir o potencial poluidor e contaminante dos resíduos e convertê-los em um composto orgânico capaz de reciclar os nutrientes no solo (DOMÍNGUEZ et al., 2010). O composto é o resultado de um processo controlado de decomposição microbiológica que passa pelas fases de (1) fitotoxicidade ou composto cru ou imaturo; (2) semicura ou bioestabilização; e (3) cura, maturação ou humificação, acompanhada da mineralização de determinados componentes da matéria orgânica (BRUNI, 2005). Diante disso, é de extrema importância que ao final da compostagem o material apresente características de um composto maturado.

O principal objetivo deste trabalho consiste na utilização de parâmetros físico-químicos para verificar a maturação de compostos orgânicos obtidos a partir de resíduos agroindustriais da região de Pombal, um município localizado no semiárido paraibano.

## 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. O experimento foi conduzido no período de abril a julho de 2012.

Para obtenção dos compostos orgânicos foram utilizados: cascas de bananas, provenientes da fábrica de doces “Diana”, Pombal - PB; esterco ovino originado de propriedades vizinhas ao Câmpus da UFCG, Pombal - PB; e podas de marmeleiro e jurema-preta obtidas no próprio câmpus da UFCG. Esses 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 um destino final adequado.

Todos os resíduos utilizados no processo de compostagem foram previamente caracterizados por meio de análises físicas e químicas. Os parâmetros encontram-se apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1:** Caracterização físico-química dos resíduos agroindustriais utilizados, Pombal-PB, 2013.

Parâmetros (%)	CB	EO	M	JP
Nitrogênio	0,52	1,07	1,23	0,89
Fósforo	0,15	0,52	0,18	0,17
Potássio	2,32	1,5	0,30	0,20
Relação C/N	49:1	26,6:1	20,7:1	32,7:1
Umidade	85,36	36,18	36,47	34,30
Matéria Orgânica	43,9	39,82	43,96	50,17

CB = cascas de banana, EO= esterco ovino, M= marmeleiro, JP= jurema-preta.

Após serem triturados, os resíduos foram misturados e utilizados para montar duas pilhas com diâmetros 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). Como resultado, foram utilizadas as seguintes massas úmidas em cada pilha: 150 kg de cascas de banana, 325 kg de esterco ovino, 12,5 kg de marmeleiro e 12,5 kg de jurema-preta.

Após a mistura, os resíduos apresentaram 0,94% de nitrogênio, 55% de umidade, uma relação C/N de 28:1 e um valor de pH de 9,1.

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 Laboratório de Resíduos Sólidos.

Com o intuito de avaliar a maturação dos compostos orgânicos, foram avaliados cinco parâmetros: temperatura, relação C/N, pH, condutividade elétrica e a demanda química de oxigênio (DQO).

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

O carbono e o nitrogênio foram determinados segundo a metodologia da Embrapa (2009).

O pH foi monitorado a cada três dias. Para a sua determinação utilizou-se a metodologia sugerida por EMBRAPA (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.

Para determinação da condutividade elétrica, se pesou uma amostra de 5 g do material e adicionou-se 50 ml de água deionizada. A amostra foi agitada por 30 segundos em agitador de movimento circular horizontal a 220 rpm. Após a agitação, a amostra foi posta em repouso por 30 minutos. Esse procedimento foi repetido por 5 vezes. Em seguida, foram feitas as medições (CAMARGO et al., 1986 apud EMBRAPA, 2009).

Para a determinação da DQO, amostras do composto foram coletadas e determinou-se o carbono orgânico pelo método da Embrapa (1997). Foi calculado então, conforme LOSSIN (1971) apud Kiehl (1998), a DQO pela equação:

$$DQO = 26,6 \cdot CO \quad (1)$$

em que *CO* é o carbono orgânico em porcentagem e *DQO* é a demanda química de oxigênio em mg/g.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Temperatura:

A temperatura no interior da pilha de resíduos constitui um dos fatores mais indicativos da eficiência do processo de compostagem (PEREIRA NETO, 2007). As evoluções das temperaturas médias registradas durante o período de 73 dias de compostagem realizado no solo e no pátio estão apresentadas na Figura 1.

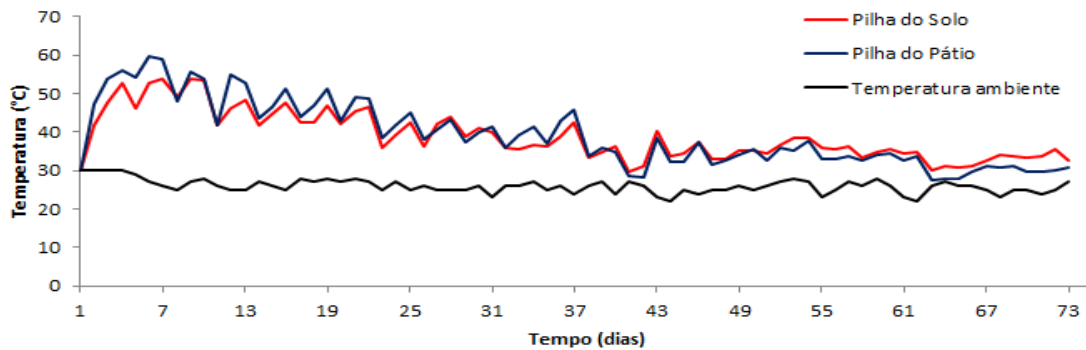
Constata-se pela Figura 1 que as temperaturas médias das pilhas de resíduos orgânicos atingiram a fase termófila (temperatura >43°C) nas primeiras 24 horas, mantendo-se acima desse patamar até o 21º dia. Percebe-se também que as duas pilhas alcançaram temperaturas

compostagem bem conduzido, atingindo temperaturas ambientes ao final do processo e se enquadrando na fase de cura ou maturação.

### Relação C/N:

É possível observar os valores da relação C/N inicial e final para cada composto orgânico estudado na Tabela 02. Os valores de relação C/N para os compostos finais do solo e do pátio foram 6,01:1 e 3,55:1, respectivamente. Estas informações indicam que o composto foi corretamente degradado. Segundo Queiroz (2007), as relações baixas de C/N são devidas, provavelmente, à perda de carbono durante o processo de compostagem na forma de gás carbônico. Bernardi (2011), testando várias proporções de resíduos de incubatórios e agroindustriais, também verificou uma relação C/N final baixa, da ordem de 3:1.

**Tabela 2:** Relação C/N inicial e final dos compostos



**Figura 1.** Evolução das temperaturas médias de acordo com o tempo de compostagem

entre 50 e 60° 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 caíram para índices mesofílicos e não mais retornaram às temperaturas anteriores, caracterizando o início da fase de maturação.

Silva (2005) trabalhando com a compostagem de diferentes combinações de resíduos oriundos do processamento de plantas medicinais com esterco bovino também verificou que, em todas as pilhas, a temperatura aumentou rapidamente nos primeiros dias, indicando que o processo de compostagem estava se desenvolvendo adequadamente, sendo que já na primeira semana todos os materiais igualmente alcançaram temperaturas entre 50 e 60°C.

De maneira geral, a evolução da temperatura seguiu um padrão normalmente esperado num processo de

produzidos

Composto Orgânico	Relação C/N inicial	Relação C/N final
No solo	28:1	6,01:1
No pátio	28:1	3,55:1

Vários autores utilizam a relação C/N como parâmetro na avaliação da maturação de compostos orgânicos (KIEHL, 1985; RIVERA-ROSARIO, 2003; LOUREIRO et al, 2007). Segundo esses autores, uma relação C/N em torno de 10:1 caracteriza um composto humificado. Sendo assim, avaliando-se a relação C/N obtida para ambos os compostos estudados nesse trabalho, pode-se considerar que os compostos estão maturados.

### pH:

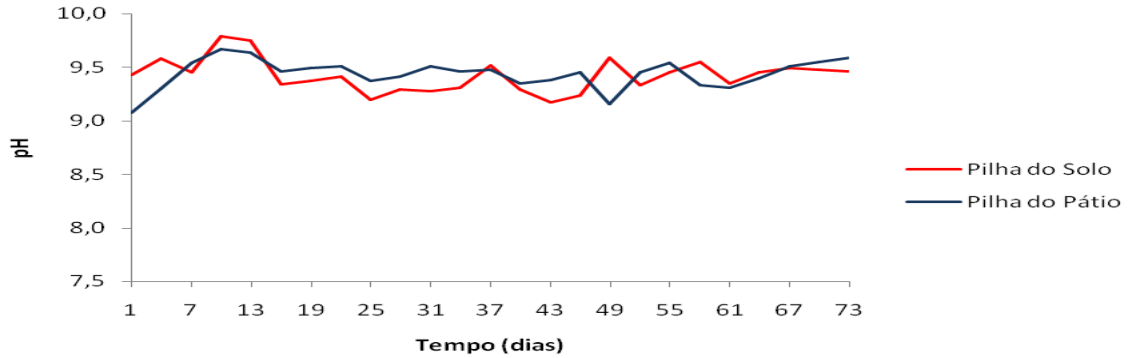
Na Figura 2 é possível observar o comportamento do pH das pilhas de compostagem do solo e do pátio durante os 73 dias de compostagem.

Em todo o processo, os valores de pH dos dois compostos apresentaram-se alcalinos, com valores em torno de 9,0. De acordo com Santos (2007), o valor final do pH de um composto depende muito das matérias primas utilizadas. Os materiais utilizados na montagem

acordo com este parâmetro, o composto do solo pode estar num nível de maturação mais adequado.

**Demanda Química de Oxigênio:**

A DQO é a quantidade de oxigênio necessária para a realização da oxidação química da matéria orgânica de um composto (KIEHL, 2002). A Tabela 4 apresenta os



**Figura 2.** Valores de pH em função do tempo de compostagem

das pilhas de compostagem desse estudo já apresentaram um pH alcalino no início do processo, com valor de aproximadamente 9,1.

Dessa forma, é possível considerar que os índices de pH obtidos para os compostos deste trabalho não são suficientes para indicar o nível de maturação dos compostos estudados.

**Condutividade elétrica:**

De acordo com Craul&Switzenbaun (1996) a salinidade de um composto orgânico não deve exceder a 4,0 ds/m. De acordo com a Tabela 3 abaixo, é possível observar os valores de condutividade elétrica dos compostos orgânicos do solo e do pátio.

**Tabela 3:** Valores finais de condutividade elétrica dos compostos produzidos

Compostos orgânicos	Condutividade elétrica ds/m
Produzido no solo	4,00
Produzido no pátio	5,55

Os valores aqui apresentados foram diferentes dos relatados na literatura. O composto do solo se encontra dentro da faixa tolerada com um valor de 4,0 ds/m, entretanto o composto do pátio excedeu o limite citado na literatura. Provavelmente, esses altos valores de condutividade elétrica se deram em função do esterco utilizado que geralmente apresenta altos valores de condutividade elétrica. Com isso, verifica-se que, de

valores de CO e DQO para os compostos estudados.

**Tabela 4:** Valores de carbono orgânico e demanda química de oxigênio

Tratamentos	CO (%)	DQO (mg/g)
Pilha do solo	1,47	39,1
Pilha do pátio	1,50	39,9

Um composto é considerado cru quando possui uma DQO igual ou maior que 900 mg/g. Um composto bioestabilizado é aquele com uma DQO inferior a 700 mg/g, enquanto um composto tomado como totalmente curado possui DQO abaixo de 300 mg/g (KIEHL, 2002). Como ambos os compostos orgânicos estudados apresentaram valores inferiores a 300 mg/g, eles são, portanto, considerados curados. Provavelmente, os valores baixos de carbono orgânico dos compostos avaliados sejam devidos à perda desse elemento na forma de gás carbônico.

**CONCLUSÕES**

Este trabalho apresentou os resultados da maturação de dois compostos orgânicos obtidos a partir de resíduos agroindustriais do semiárido paraibano.

Os parâmetros temperatura, relação C/N, condutividade elétrica e a demanda química de oxigênio foram suficientes para indicar o nível de maturação dos compostos estudados.

Os resultados sugerem que os compostos orgânicos estudados estão maturados, indicando que um

conjunto de simples métodos pode ser considerado seguro para verificação de processos de compostagem conduzidos em regiões sujeitas às condições semiáridas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNARDI, F.H.; **Uso do processo de compostagem no aproveitamento de resíduos de incubatório e outros de origem agroindustrial.** Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 78 p (Dissertação de Mestrado), 2011.

BRUNI, V. C. **Avaliação do processo operacional de compostagem aerada de lodo de esgoto e poda vegetal em reatores fechados.** Universidade Federal do Paraná. 94 p (Dissertação de Mestrado), 2005.

CASTILLO, H.; HERNÁNDEZ, A.; DOMINGUEZ, D.; OJEDA, D Effectofcalifornianredworm (Eiseniafoetida) onthenutrient dynamics of a mixtureofsemicompostedmaterials. **Bio resource Technology**, v. 102.p. 4171 – 4178, 2010.

CRAUL, P.J.; SWITZABAUM, M.S. Developing biosolids compost specifications.**Biocycle**, v.37, p.44-47, 1996.

DOMÍNGUEZ, J.; GÓMEZ-BRANDÓN, M. Ciclos de vida de laslombrices de tierra aptas para elvermicompostaje. **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, 627 p. 2009.

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

KIEHL, E.J. **Fertilizantes Orgânicos.** São Paulo: Ceres, 492p. 1985.

KIEHL E. J. **Fertilizantes orgânicos.** São Paulo: Agronômica Ceres, 326p. 1998.

KIEHL, E. J. **Manual de Compostagem: “Maturação e qualidade do Composto”.** Piracicaba. 171p. 2002.

LOUREIRO, D.C.; AQUINO, A. M.; ZONTA, E.; LIMA, E. Compostagem e vermicompostagem de resíduos domiciliares com esterco bovino para a produção de insumo orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.7, p.1043-1048, jul. 2007.

LUNA, M. L. D.; LEITE, V.D.; LOPES, W.S.; SOUSA, J.T.; SILVA, S.A. Tratamento anaeróbio de resíduos orgânicos com baixa concentração de sólidos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 29, n.1, p.113-121, 2009.

LUSTOSA FILHO, J. F.; SOUSA, L. B.; AMORIM, S. P. N.; AMARAL, F.H. C.; NÓBREGA, R. S. A.; NÓBREGA, J. C. A.; PRAGANA, R. B. Produção de mudas de tamboril com substratos constituído de composto orgânico e terra de subsolo. XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. **Anais...** Uberlândia/MG. 2012.

MATOS, A. T. **Tratamento de Resíduos Agroindustriais. Curso Sobre Tratamento de Resíduos Agroindustriais.** Fundação Estadual do meio Ambiente. Viçosa, 34p. 2005.

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

QUEIROZ, F.F.; **Avaliação do aproveitamento de resíduos vegetais por meio da compostagem em leiras revolvidas.** Estudo de caso de Londrina.Universidade Estadual de Londrina, 66p (Dissertação de Mestrado). 2007.

RIVERA-ROSARIO, R.A. **Determinacion de indicadores de maturezenlaproduccion de composta.**Universidad de Puerto Rico, 127p. (Dissertação de Mestrado). 2003.

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.

SANTOS, G O; ZANELLA, M. E; SILVA, L. F. F. S. Correlações entre Indicadores Sociais e o Lixo Gerado em Fortaleza, Ceará, Brasil. Rede – **Revista Eletrônica do Prodema**, jun. 2008, vol. 2, n. 1, p. 45-63. ISSN. 1982-5528.

SILVA, F.A. DE M. **Qualidade de compostos orgânicos produzidos com resíduos do processamento de plantas medicinais.** Tese (Doutorado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrônomicas. Campus Botucatu. Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho". Botucatu/SP. 92 p. 2005.