



You are free: to copy, distribute and transmit the work; to adapt the work.
You must attribute the work in the manner specified by the author or licensor

ANÁLISE DA EVOLUÇÃO TEMPO-EFICIÊNCIA DE DUAS COMPOSIÇÕES DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS NO PROCESSO DE COMPOSTAGEM AERÓBIA

Marciane Gorete Silvestro Fiori¹; Marlise Schoenhals²; Franciele Aní Caovilla Follador³

RESUMO

A disposição inadequada de resíduos sólidos industriais, incluindo os resíduos da agroindústria, apresenta-se como um dos problemas ambientais mais críticos da atualidade. O presente trabalho objetivou a obtenção de um composto orgânico através do emprego da técnica de compostagem aeróbia utilizando a fase mesófila de temperatura, em ambiente aberto, com processo lento de decomposição, uma alternativa privilegiada de tratamento por permitir o co-processamento de vários resíduos. Foi utilizada uma variedade de materiais: resíduos agroindustriais de linha verde, resíduos de cereais, cama de aviário, maravalha e resíduos de incubatório de ovos, em dois tratamentos com diferentes proporções. O composto obtido apresentou características satisfatórias, porém, baixa relação C/N, o que não é considerado ideal pelo fato de grande quantidade de N ser perdida via volatilização.

Palavras-chave: compostagem aeróbia, fertilizante orgânico, resíduos agroindustriais.

ANALYSIS OF THE TIME-EFFICIENCY EVOLUTION OF TWO AGRO-INDUSTRIAL WASTES IN THE AEROBIC COMPOSTING PROCESS

ABSTRACT

The inappropriate disposal of industrial wastes, including the agro-industrial wastes is one of the most critical environmental problems presently. The present work aims to obtaining of an organic compound through aerobic composting technique, utilizing the mesophilic temperature, in open environment, with slow decomposition process, a privileged option of treatment, permitting the co-process of several residues. Were utilized agro-industrial wastes of the green line, cereal wastes, poultry manure-straw mix, egg incubatory; in two treatments with distinct ratios. The compound obtained showed adequate characteristics however a low C/N ratio, which is not ideal by the large amount of N losses by volatilization.

Keywords: Aerobic composting, organic fertilizer, agro-industrial wastes.

Trabalho recebido em 18/10/2008 e aceito para publicação em 20/11/2008.

¹ Bióloga (UNIOESTE), Mestre em Eng. Agrícola (UNIOESTE) Doutoranda em Eng. Agrícola UNIOESTE/CCET/PEAGR, Rua Universitária 2069 Jardim Universitário Cascavel/PR 85819-110. Telefone 55 45 32203175. E-mail: mgsilvestro@yahoo.com.br

² Tecnóloga Ambiental (CEFET/PR), Mestre em Eng. Química (UFSC), Professora da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus de Campo Mourão BR 369 KM 0,5 CEP 87301-006. Telefone 55 4435234156, E-mail: marlise.hals@yahoo.com.br

³ Química (FACEPAL), Mestre em Eng. Agrícola (UNIOESTE), Doutoranda em Eng. Agrícola (UNIOESTE). Professora da Universidade Estadual do Oeste do Paraná UNIOESTE/CCET/PEAGR –Rua Universitária 2069 Jardim Universitário Cascavel/PR 85819-110. Telefone 55 45 32203175. E-mail: francaovilla@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

As questões ambientais têm provocado cada vez mais interesse e preocupação a todos que se envolvem com a atividade industrial e agrícola, uma vez que os resíduos gerados nessas atividades têm potencial para gerar danos ambientais, se não forem definitivamente tratados.

O aumento da produção de resíduos vem provocando impactos ambientais, pois sua taxa de geração é muito maior que sua taxa de degradação; dessa forma, é cada vez mais premente, a necessidade de reduzir, reciclar e reaproveitar os resíduos gerados pelo homem, com o objetivo de recuperar matéria e energia (STRAUS & MENEZES, 1993).

A agroindústria é um dos segmentos mais importantes da economia brasileira, com importância tanto no abastecimento interno como no desempenho exportador do Brasil. Porém, as agroindústrias, normalmente situadas próximas aos centros urbanos, produzem quantidades consideráveis de resíduos sólidos e líquidos, desde a etapa de extração da matéria prima estendendo-se durante todas as etapas do processo industrial (LEUCENA & CHERNICHARO, 2005), que em alguns casos são dispostos em aterros sanitários, reduzindo sua vida útil, ou simplesmente estocada próximos às áreas de produção, sem uma alternativa de

destino final definida, o que pode gerar problemas sanitários e ambientais.

Na maioria das vezes estes resíduos podem ser transformados em insumo agrícola e utilizados à proximidade das áreas onde são gerados, o que significa colocar à disposição dos agricultores um condicionador de solo de boa qualidade e baixo custo. Assim, Giffoni & Lange (2005) citam que a reciclagem ou reutilização dos resíduos representa uma alternativa capaz de contribuir para a utilização de matérias-primas alternativas, diminuindo os custos finais dos setores industriais geradores e consumidores dos resíduos, além de preservar o meio ambiente.

Dentro dessa ótica, a compostagem é uma alternativa privilegiada de tratamento, permitindo o co-processamento de vários resíduos, resultando em um produto higienizado e de boas características agronômicas (FERNANDES et al., 1993).

Segundo Budziak et al. (2004), a compostagem pode ser definida como um processo biológico aeróbio de tratamento e estabilização de resíduos orgânicos, resultando na formação de composto estável. No processo de compostagem, a matéria orgânica é decomposta principalmente através da ação de microrganismos e enzimas, resultando na

fragmentação gradual e oxidação de detritos.

Conforme Bueno et al. (2008), a compostagem é um modo natural e econômico de reciclagem de matéria orgânica, definida como decomposição e estabilização biológica de substratos orgânicos, sob condições que permitam o desenvolvimento de temperaturas termofílicas como um resultado do calor biológico produzido, para a produção de um produto final que é estável, livre de patógenos e que pode ser benéficamente aplicado nas plantações.

Goyal et al. (2005) analisaram as mudanças químicas e biológicas durante o processo de compostagem de diferentes resíduos orgânicos, citando que os compostos preparados a partir de diferentes resíduos diferem na qualidade e estabilidade, na qual o produto final depende da composição do material usado para a produção de composto.

A princípio, todos os resíduos orgânicos podem ser compostados. No entanto, para se obter um composto de boa qualidade em menos tempo é necessário que os resíduos apresentem uma adequada relação de nutrientes, carbono/nitrogênio, proporcionando condições favoráveis ao crescimento e metabolismo das colônias de microrganismos envolvidas no processo de biodigestão. Segundo Costa et al. (2005),

em um processo de compostagem de resíduos, basicamente a temperatura, a aeração, a umidade, a relação C/N são os fatores que mais interferem no desenvolvimento e na atividade de microrganismos. Esses fatores irão influenciar diretamente na qualidade final do composto, bem como no tempo necessário para a estabilização do mesmo.

O presente trabalho é um estudo a respeito do processo de biodegradação aeróbia de resíduos agroindustriais, produzidos por uma Cooperativa Agroindustrial situada no município de Cascavel, no estado do Paraná, Brasil, no qual foi realizado o monitoramento analítico quanto ao tempo necessário para a completa estabilização e qualidade do composto final; comparação da eficiência em função de diferentes resíduos e composições, visando a obtenção de um fertilizante orgânico com boas características agronômicas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área de compostagem de resíduos orgânicos da COOPAVEL –Cooperativa Agroindustrial de Cascavel/Paraná/Brasil, no período de novembro de 2005 a fevereiro de 2006. Foi empregado o método aeróbio de fermentação, utilizando a fase mesófila de temperatura, em ambiente aberto, com

processo lento de decomposição. Utilizou-se resíduos agroindustriais já comumente

empregados no processo de compostagem, conforme é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Resíduos empregados no processo de compostagem

| Amostra | Tipo do Resíduo |
|---------|---|
| 1 | Resíduos de cereais: milho, soja, entre outros, provenientes do processo de beneficiamento de grãos |
| 2 | Resíduos da linha verde – abate de animais (dejetos de suínos e bovinos) |
| 3 | Cama de aviário |
| 4 | Resíduos do incubatório de ovos (cascas de ovos, ovos não eclodidos e pintainhos não comerciais) |
| 5 | Maravalha |

O estudo compreendeu quatro etapas distintas:

a) Etapa I – Análise físico-química dos resíduos agroindustriais: para a caracterização dos resíduos, foram analisados os seguintes parâmetros: Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Carbono (C), Matéria orgânica (MO), pH.

b) Etapa II - Formação das leiras de compostagem baseado na caracterização inicial dos resíduos: o procedimento consistiu em montar as leiras de resíduos nas baias da área de compostagem de resíduos orgânicos da COOPAVEL, constituído por um galpão coberto e piso impermeável.

c) Etapa III – Controle do processo de compostagem: durante o processo de

decomposição e formação do húmus, foi necessário o controle de temperatura, umidade, aeração e pH. A temperatura foi controlada com o auxílio de termômetro, com medições diárias. Já a umidade foi monitorada duas vezes por semana, com a adição de água quando necessário. Para o processo de aeração, foi realizado o revolvimento manual das leiras, o pH também foi monitorado duas vezes por semana, juntamente com o teste da umidade.

d) Etapa IV – Controle de qualidade do fertilizante orgânico obtido: a qualidade do composto orgânico obtido foi realizada a partir da verificação dos parâmetros: Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Carbono (C), Matéria orgânica (MO), pH, umidade e temperatura, baterias essas

realizadas no início do processo com a caracterização individual de cada resíduo e na fase final, obtendo-se o diagnóstico do composto obtido.

Foram preparados dois tratamentos (T1 e T2), com diferentes composições de resíduos, como segue descrição abaixo, sendo o experimento realizado em

triplicata. De acordo com a caracterização de cada resíduo, foram estabelecidas as respectivas proporções a serem empregadas nos diferentes tratamentos, utilizando-se como principal parâmetro para definição das proporções a relação C/N, conforme Tabela 2.

Tabela 2. Caracterização dos resíduos e proporcionalidade utilizada nos diferentes tratamentos.

| TRATAMENTO 1 (T1) | | TRATAMENTO 2 (T2) | |
|-------------------------|----------------|-------------------------|----------------|
| Resíduo | Proporção (Kg) | Resíduo | Proporção (kg) |
| Resíduos do incubatório | 1 | Resíduos do incubatório | 1 |
| Resíduos da linha verde | 1 | Resíduos da linha verde | 1 |
| Cama de aviário | 1 | Cama de aviário | 1 |
| Resíduos de cereais | 5 | Resíduos de cereais | 4 |
| - | - | Maravalha | 1 |

Uma amostra de cada resíduo foi coletada e encaminhada ao laboratório e submetida a uma caracterização físico-química. Os resíduos de cada tratamento foram previamente misturados com o auxílio de uma betoneira, a fim de obter um substrato homogeneizado, para depois serem dispostos nas leiras.

Após a mistura, os resíduos foram encaminhados às baias de compostagem, cujas dimensões individuais são: 5,0 metros de comprimento e 2,40 metros de largura.

Foram montadas leiras com dimensões de 1,8 metros de comprimento, 0,9 metros de largura e 1,0 metros altura.

No que diz respeito ao monitoramento da temperatura, esta foi determinada diariamente com o auxílio de um termômetro de mercúrio com escala de 0 a 250°C, a partir do quarto dia no tratamento 1 e a partir do segundo dia, para o tratamento 2. Já a umidade, foi determinada duas vezes por semana.

A aeração foi proporcionada manualmente, a partir do sexto dia da compostagem no tratamento 1 e a partir do quarto dia no tratamento 2, e foi realizada com base nos dados da temperatura e umidade do material.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3 são apresentados os dados da caracterização inicial dos

resíduos utilizados como substrato a ser degradado pelo processo da decomposição aeróbia, nos dois tratamentos utilizados nesta pesquisa experimental.

De acordo com Carvalho (2006), todos os resíduos agrícolas podem ser compostados. No entanto, para se obter um composto de boa qualidade em menos tempo é necessário que os resíduos apresentem um conteúdo apropriado de nitrogênio e carbono, favorecendo o crescimento e a atividade das colônias de microrganismos envolvidos no processo. A relação C/N, é um dos mais importantes parâmetros no controle do processo de compostagem e na determinação do grau de maturação (IGLÉSIAS JIMÉNEZ & PÉREZ GARCIA, 1989).

Tabela 3. Características físico-químicas dos resíduos sólidos orgânicos recém coletados.

| Determinação | Elemento | A1 | A2 | A3 |
|------------------|----------|-----------------------------------|--------|--------|
| | | ----- (g kg ⁻¹) ----- | | |
| Nitrogênio | N | 29,97 | 44,95 | 21,14 |
| Fósforo | P | 2,36 | 4,85 | 20,40 |
| Potássio | K | 8,00 | 10,00 | 38,00 |
| Carbono | C | 403,62 | 356,87 | 264,92 |
| Matéria orgânica | MO | 694,23 | 613,82 | 455,67 |
| pH | | 5,00 | 5,30 | 7,00 |

A1: amostra 1, resíduos vegetais de cereais; A2: amostra 2, sólidos da peneira rotativa - linha verde; A3: amostra 3, cama de aviário

Analisando os dados da Tabela 3, verifica-se que os resíduos utilizados no experimento não apresentam boas características quanto à relação carbono/nitrogênio, uma vez que para uma ação eficaz dos microrganismos, a relação ideal de C/N deve ficar em torno de 30:1. De acordo com as análises, observou-se que tal proporção era de 13:1 para a amostra 1; 8:1 para a amostra 2 e 12:1 para a amostra 3.

Segundo Bueno et al. (2008), na compostagem, amônia (NH₃) é amplamente emitida quando o material orgânico é decomposto. Emissões de NH₃ certamente ocorrem em altas concentrações e grandes quantidades de nitrogênio são perdidas durante o

tratamento. Isso causa um declínio no valor do composto como fertilizante, além de reclamações sobre mau cheiro.

Kirchmann & Witter (1989), relataram que 44% de N inicial presente em uma mistura de esterco de frango e palha foi perdido via volatilização de NH₃. Hansen et al. (1989), relatou perdas acima de 33% do N total inicial durante a compostagem de esterco de frango. Kithome et al. (1999) relatou que as perdas de NH₃ foram de 47-62% do N total inicial após 25 dias de compostagem.

Nas Figuras 1 e 2 são apresentados os resultados do monitoramento da temperatura nas três leiras de cada tratamentos, durante todo o período da compostagem.

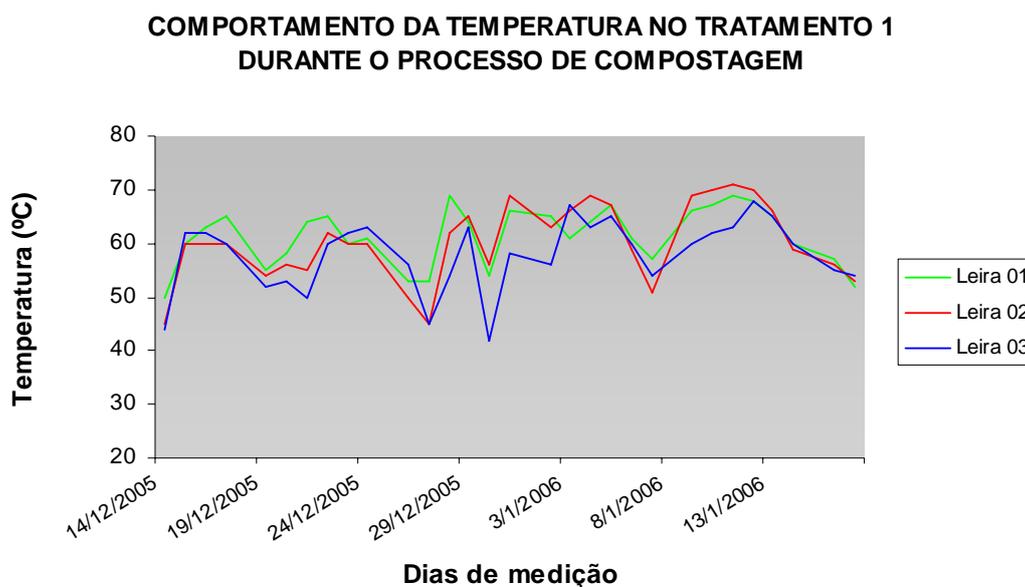


Figura 1. Comportamento da temperatura no tratamento 1 durante o processo de compostagem.

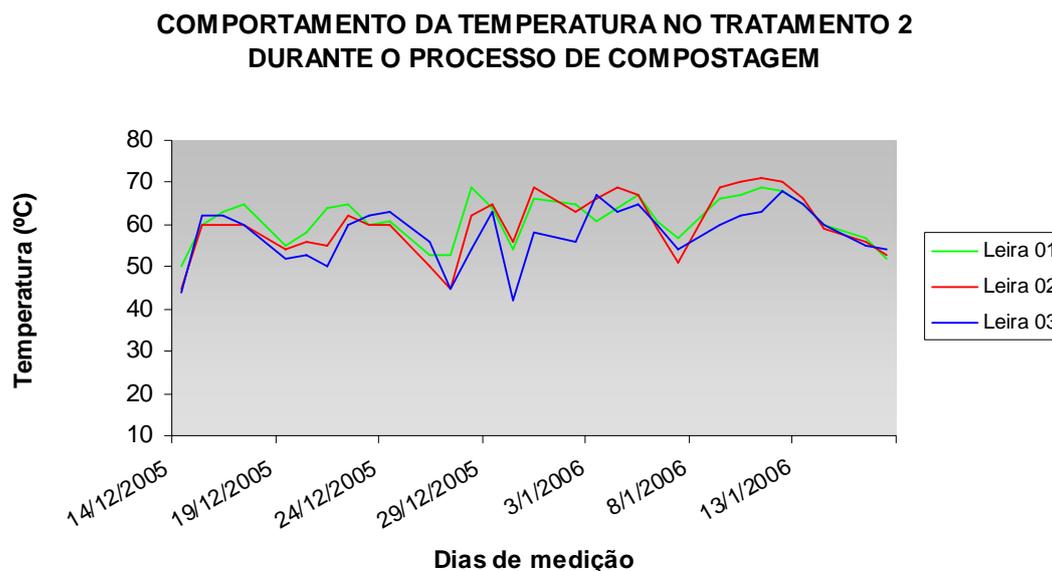


Figura 2. Comportamento da temperatura do tratamento 2 durante o processo de compostagem.

Na compostagem, a temperatura é o fator mais indicativo do equilíbrio biológico, e que reflete a eficiência do processo (PEREIRA NETO, 1989). A pilha de compostagem deve registrar temperaturas de 40°C a 60 °C, dentro do segundo ao quarto dia, como indicador de condições satisfatórias de equilíbrio no seu ecossistema.

Durante o processo, a evolução da temperatura pode ser considerada como um reflexo da atividade metabólica da população microbiana. Quando ocorre a completa humificação de um composto, a temperatura deve ser aproximadamente igual a ambiente, de acordo com diversos autores (KIEHL, 1995; REZENDE & PEREIRA NETO, 1993).

Observou-se neste estudo, que tanto no Tratamento 1 como no Tratamento 2, durante o processo de compostagem não houve grandes alterações de temperatura, mantendo-se dentro da faixa recomendável que é de 40 a 60°C, com alguns picos acima desta faixa, que não comprometeram o processo fermentativo. A menor temperatura registrada foi de 42°C e a maior foi de 71°C.

A pequena variabilidade na temperatura do próprio mecanismo de decomposição da matéria orgânica, que pela ação microbiana, forçosamente eleva a temperatura do material a ser estabilizado. Outro fator que justifica a pouca variação é o fato de que em ambos os tratamentos, os materiais empregados como substratos a serem degradados não

diferiram tanto, não influenciando o crescimento e a ação dos microrganismos presentes.

Temperaturas que atingem a casa dos 70°C são importantes, pois podem destruir sementes indesejáveis, além de destruir microrganismos patogênicos e acelerar o processo. Lelis et al. (1999), observaram que a eficiência da compostagem além da temperatura depende da umidade do substrato, sendo estes dois os principais parâmetros de controle operacional do processo, considerando-se ótimo o teor de umidade de 55%, e a temperatura entre 55 °C e 65 °C.

As Figuras 3 e 4 apresentam o comportamento da umidade no período de estabilização da matéria orgânica.

Para que a estabilização da matéria orgânica, através do processo de compostagem, seja eficiente, a umidade deve estar entre 40% a 60%. De acordo com Carvalho (2006), umidade abaixo de 35% pode dificultar a atividade microbiana podendo comprometer a qualidade do composto requerido. Acima disso, pode provocar condições anaeróbias, por comprometer a aeração.

Para o trabalho em estudo, no caso dos dois tratamentos (T1 e T2), houve grandes variações, quanto a umidade, chegando a atingir picos abaixo de 20%. Nestes casos a medida tomada foi a adição

de água, a fim de não prejudicar ou inibir a atividade microbiana, através da diminuição da taxa de estabilização. Porém, constatou-se que houve falha no monitoramento do processo, uma vez que os menores picos de umidade foram alcançados nos dias mais quentes, em 27 de dezembro e 05 de janeiro.

No entanto, considerando os valores apresentados pela Portaria 01 de 04/03/83 do Ministério da Agricultura, a umidade deve apresentar valores máximos estabelecidos na ordem dos 40%, já a média da umidade registrada para T1 e T2, foi de aproximadamente 29% e 33%, respectivamente.

Quanto ao pH monitorado durante o processo de compostagem, observou-se, de acordo com as análises realizadas, que houve um ligeiro aumento deste parâmetro, que para T1 apresentava um pH médio inicial de 6,6 e o final foi registrado em 8,0 e para T2 passou de 6,2 a 8,0. Isso é justificável pelo processo de formação de ácidos no início da fermentação, aumentando na seqüência devido ao processo de estabilização dos materiais. A Figura 5, abaixo, demonstra a relação entre a temperatura e o pH.

Quanto a matéria orgânica, os valores apresentados no composto final, visualizados na Tabela 4, mostram que houve uma bioestabilização no composto.

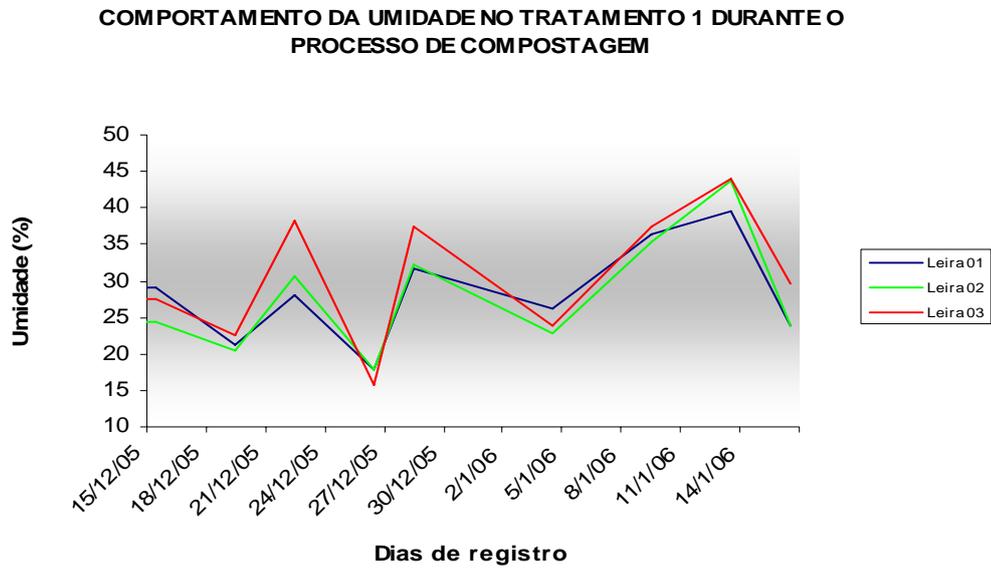


Figura 3. Comportamento da umidade no tratamento 1 durante o processo de compostagem.

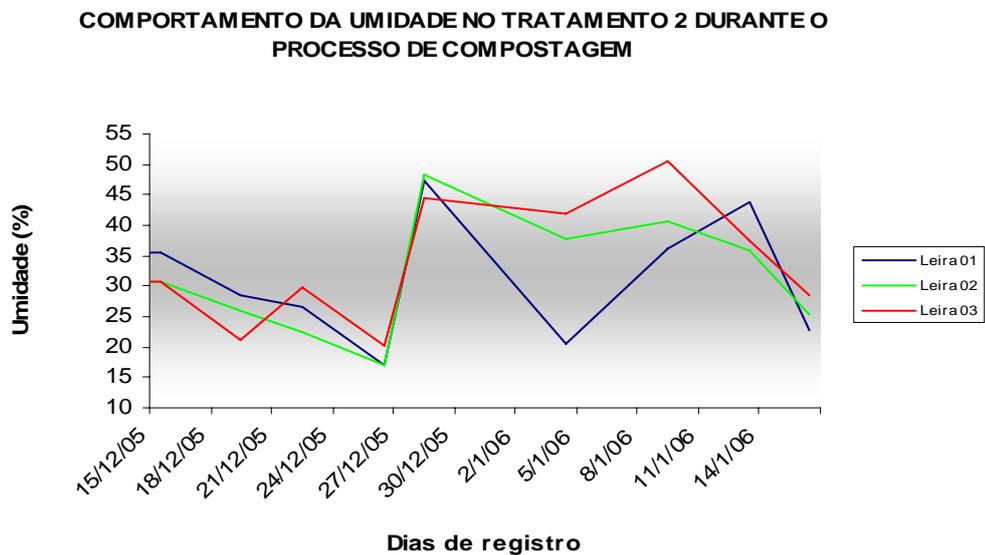


Figura 4. Comportamento da umidade no tratamento 2 durante o processo de compostagem.

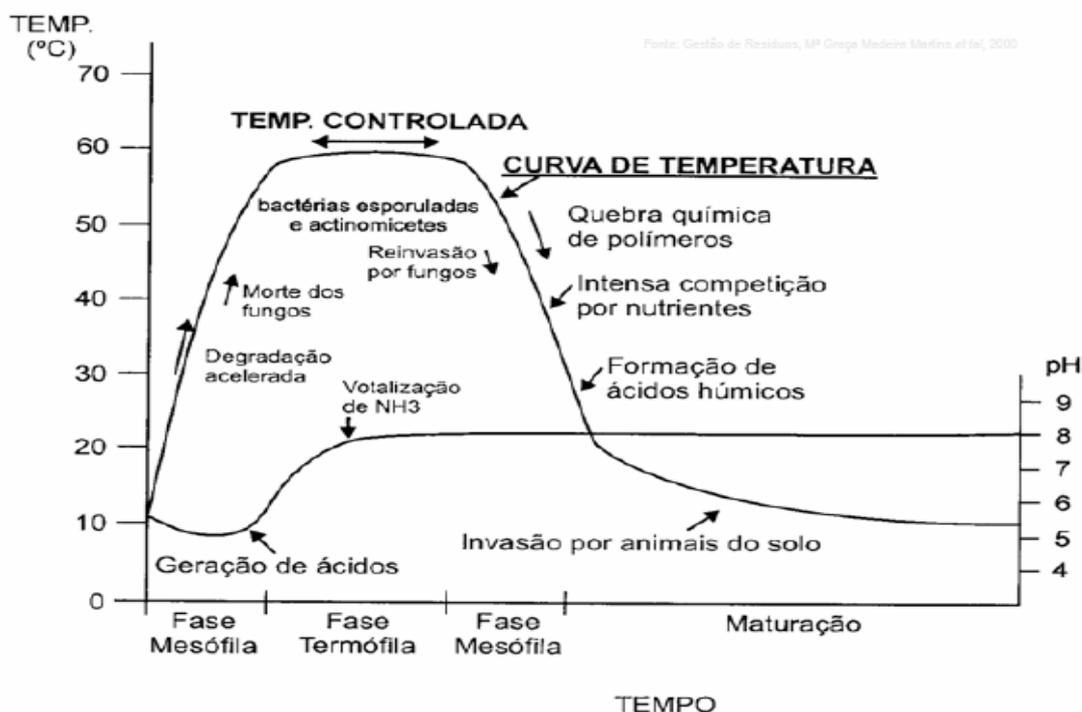


Figura 5. Relação entre temperatura e pH no processo de estabilização da matéria orgânica.
 Fonte: Santos (2006)

Tabela 4. Caracterização final do composto.

| Data | Elemento | Tratamento 01 | | | Tratamento 02 | | |
|-----------|---------------|---------------|----------|----------|---------------|----------|----------|
| | | Leira 01 | leira 02 | leira 03 | Leira 01 | leira 02 | leira 03 |
| 22/1/2006 | Nitrogênio | 23,31 | 26,70 | 17,71 | 25,59 | 18,55 | 22,61 |
| | Fósforo | 4,81 | 5,16 | 6,60 | 5,38 | 5,12 | 4,90 |
| | Potássio (K) | 9,00 | 5,00 | 8,00 | 11,00 | 10,00 | 13,00 |
| | Carbono | 155,84 | 258,44 | 185,06 | 301,90 | 258,40 | 243,50 |
| | Mat. Orgânica | 268,04 | 430 | 318,30 | 519,30 | 430,10 | 418,80 |
| | pH | 8,20 | 8,10 | 8,20 | 8,10 | 8,40 | 8,20 |

Jahnel et al. (1999) aplicando processo de compostagem aeróbia de resíduos sólidos urbanos, constatou que 52 dias de monitoração do sistema

experimental foi necessário para bioestabilizar a matéria orgânica, haja vista o composto apresentar significativa

redução da matéria orgânica e da relação C/N.

Para a obtenção do composto orgânico final foram avaliados o comportamento da temperatura, umidade, pH e a relação C/N do material compostado. Como a temperatura nos experimentos atingiu valores superiores a 60°C, os outros parâmetros de avaliação também se comportaram como esperado no processo (queda dos teores de carbono e relação C/N), indicando que o processo de biodegradação ocorreu satisfatoriamente.

A legislação brasileira exige que o fertilizante orgânico, para ser comercializado, deve apresentar entre outros parâmetros relação C/N inferior a 18/1, com tolerância de 3 unidades, isto é 21/1 (KIEHL, 1985). Para isso, se faz necessário um monitoramento da relação C/N durante o processo para se ter mais segurança ao afirmar o grau de maturação de um composto.

Para Kiehl (1985), o tempo necessário para promover a compostagem de resíduos orgânicos depende da relação C/N, do teor de nitrogênio da matéria-prima, das dimensões das partículas, da aeração da meda e do número e da frequência dos revolvimentos.

O composto orgânico é, então, o produto da fermentação de resíduos vegetais e animais e visa transformar tais

resíduos em produtos adequados a melhoria dos solos e das culturas. A matéria orgânica do solo pode ser considerada como importante fator de produtividade, pois exerce influência nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. De acordo com Budziak et al (2004), a utilização ou aplicação de fertilizantes orgânicos trazem importantes benefícios para o solo, sendo fator chave nas modernas práticas de manejo sustentado da terra, exercendo a conservação e o aumento do húmus no solo, efeitos benéficos no suprimento dos nutrientes para as plantas, na estrutura e na compactabilidade do solo, reduzindo sua suscetibilidade à erosão; aumento da capacidade de retenção de água; redução da plasticidade, facilitando as operações agrícolas, além de favorecer o crescimento de microrganismos.

4. CONCLUSÕES

Os resíduos agroindustriais utilizados no início do processo de compostagem não apresentavam boa relação Carbono/Nitrogênio. Tal relação foi mantida no composto final, com a obtenção de uma relação baixa e com isso uma alta quantidade de Nitrogênio, observa-se que este composto terá perdas de nitrogênio principalmente por volatilização (NH₃), fazendo com que a

planta não utilize todo o Nitrogênio presente no resíduo.

O composto obtido nos experimentos apresentou características adequadas em termos de umidade, temperatura e pH.

A utilização da técnica da compostagem apresenta uma grande importância econômica no que diz respeito a reciclagem de resíduos que seriam perdidos, proporcionando oportunidades de trabalho e diminuindo elevados consumos de fertilizantes químicos. Além disso, o processo auxilia na destruição de ervas daninhas e dos patógenos que estejam presentes nos resíduos orgânicos.

Deve-se atentar no sentido de que o objetivo de reciclar não é apenas a recuperação de elementos valiosos presentes nos resíduos orgânicos, tais como N, P e K, e elementos traços, deve-se levar em consideração a produção de alimentos, energia e outros benefícios tais como o controle da poluição e melhores condições de saúde pública.

REFERÊNCIAS

- BUDZIAK, C. R., MAIA, C. M. B. F. & MANGRICH, A. S. Transformações químicas da matéria orgânica durante a compostagem de resíduos da indústria madeireira. **Química Nova**. [online]. maio/jun. 2004, vol.27, no.3 [citado 14 Dezembro 2005], p.399-403. Disponível na World Wide Web: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422004000300007&lng=pt&nrm=iso>.
- BUENO, P.; TAPIAS, R.; LÓPEZ, F.; DÍAZ, M.J. Optimizing composting parameters for nitrogen conservation in composting. **Bioresource Technology**, v. 99, p. 5069-5077, 2008.
- CARVALHO, José Gabriel. **Compostagem de resíduos agroindustriais**. Lavras: Editora UFLA. 2006. http://www.editora.ufla.br/Boletim/pdfextensao/bol_17.pdf,
- COSTA, Mônica S. S. de M., COSTA, Luiz A. de M., SESTAK, Marcelo et al. Compostagem de resíduos da indústria de desfibração de algodão. **Engenharia Agrícola**, May/Aug., vol.25, no.2, p.540-548, 2005.
- FERNANDES, F.; PIERRO, A.C.; YAMAMOTO, R.Y. Produção de fertilizante orgânico por compostagem do lodo gerado por estações de tratamento de esgoto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.28, n.5, p.567-574, maio 1993.

- GIFFONI, P. O. & LANGE, L. C. A utilização de borra de fosfato como matéria-prima alternativa para a fabricação de tijolos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, vol.10, no.2, abr./jun. 2005, p.128-136. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522005000200006&lng=pt&nrm=iso>. ISSN 1413-4152. Acesso em: 11/06/08
- GOYAL. S. ,DHULL. S.K., KAPOOR K.K. **Chemical and biological changes during composting of different organic wastes and assessment of compost maturity**. Science Direct. Índia. 2005. 8p.
- HANSEN, R.C.; KEENER, H.M.; HOITINK, H.A.J. Poultry manure composting-An exploratory study. **Trans ASAE** v. 36, p. 2151-2157, 1989.
- IGLÉSIAS JIMÉNEZ, E.; PÉREZ GARCIA, V. Evaluation of city refuses compost maturity: A review. **Biological Wastes**, v.27, p.115-142, 1989.
- JAHNEL, M.C., MELLONI, C., ELKE, J.B.N. Maturidade do composto de lixo urbano. **Sciencia Agrícola**. 1999. v.56. p.301-304.
- KIEHL, E.J.. **Fertilizantes Orgânicos**. 1 ed. São Paulo. Ceres. 1985. 492p.
- KIRCHMANN, H.; WITTER, E. Ammonia volatilization during aerobic and anaerobic manure decomposition. **Plant Soil**, v. 115, 35-41, 1989.
- KITHOME, M.; PAUL, J.W.; BOMKE, A.A. Reducing nitrogen losses during simulated composting of poultry manure using adsorbents or chemical amendments. **Journal Environmental Quality**, v. 28, 194-201, 1999.
- LELIS, M.P.N. et al. A influência da Umidade na velocidade de degradação e no Controle de Impactos ambientais da compostagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA, 20. **Anais...** Rio de Janeiro/RJ. 1999. 10p.
- LEUCENA, M.V, CHERNICHARO, C.A.L.. Avaliação experimental da compostagem de RSU submetidos a etapa prévia de tratamento anaeróbio. In: 23º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA. **Anais...** Campo Grande/MS. 2005. 09p.
- PEREIRA NETO, J.T. Conceitos modernos de compostagem. **Engenharia Sanitária**. V.28, n.2, p.104-109, 1989.
- REZENDE, A.A.P.; PEREIRA NETO, J.T. Estudo e avaliação da eficiência de uma usina DANO de compostagem: Processo de produção de composto. In:17º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL , **Anais**, p.23-33, 1993.
- SANTOS, P. F. **Reciclagem de resíduos orgânicos biodegradáveis**. Grupo de Estudos Ambientais. Escola Superior de Biotecnologia – U.C.P. www.escolasverdes.org/quem_somos/pedro/parte1.pdf
- STRAUS, E.L.; MENEZES, L.V.T. Minimização de resíduos. In: 17 CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, **Anais**, p.212-225, 1993.