

RESÍDUOS SÓLIDOS

COMPOSTAGEM DOMÉSTICA AVALIADA POR MEIO DA TEMPERATURA E RELAÇÃO C/N

Claudia Janaina Wieser (AUTOR PRINCIPAL) – cwieser08@gmail.com
Estudante de engenharia ambiental na Universidade Federal do Ceara.

Luciane Mara Cardoso Freitas (COAUTOR) – luciane.maracf@gmail.com
Universidade Federal do Ceara

Ronaldo Stefanutti (COAUTOR) – ronaldostefanutti@hotmail.com
Depto de Engenharia hidráulica e ambiental da Universidade Federal do Ceara

Resumo: A coleta, o destino final e o tratamento dos resíduos sólidos urbanos (RSU) são um dos maiores problemas ambientais atualmente enfrentados pela sociedade. A matéria orgânica descartada merece atenção, pois corresponde a mais da metade do total gerado. Como alternativa de tratamento e reciclagem, a compostagem domiciliar pode contribuir para diminuir o volume de RSU descartados pela sociedade. Este trabalho apresenta uma pesquisa realizada para desenvolver e avaliar um sistema de compostagem doméstica utilizando restos de alimentos gerados no restaurante universitário da Universidade Federal do Ceara para alimentar 36 composteiras, simulando a geração de resíduos de uma unidade familiar de 4 pessoas. Usando recipientes de plástico, quadrados e redondos e uma Bag, o projeto busca analisar a influência da temperatura e da relação C/N durante o processo de decomposição da matéria orgânica. A metodologia utilizada testa 3 tipos diferentes de materiais estruturantes, a poda, a serragem e a grama seca, além de uma composteira controle usando apenas comida. Todas as composteiras atingiram uma relação C/N final em torno dos valores considerados ideais, abaixo de 15:1. Essa pesquisa trouxe resultados coerentes e que inter-relacionam a influência da temperatura e da relação C/N na decomposição da matéria orgânica, indicando a melhor maneira de se conduzir um processo de compostagem doméstica.

Palavras-chave: Compostagem, Doméstica, Relação C/N, Temperatura

1. INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

No Brasil são produzidas cerca de 215 mil toneladas de lixo por dia (ABRELPE e IBGE, 2014). A composição percentual média do lixo doméstico brasileiro varia em torno de 32% para materiais recicláveis, 17% para outros tipos de materiais e mais da metade, cerca de 51%, de matéria orgânica, onde estão enquadrados os restos de alimentos e todo o material sólido de origem orgânica gerados nas residências (IPEA, 2012).

O destino dado aos resíduos sólidos urbanos (RSU) e sua coleta é um dos maiores problemas ambientais sofridos pela sociedade atualmente. De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) de 2010, a destinação final ambientalmente adequada para os

resíduos sólidos inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, entre outras destinações admitidas. O desenvolvimento sustentável e o incentivo à indústria de reciclagem também fazem parte dos objetivos da PNRS.

Com o crescimento populacional e o aumento da cultura do consumismo, a tendência é que a sociedade produza cada vez mais lixo. Os Resíduos Sólidos Urbanos ainda têm como destino final o “lixão”, aterros controlados, aterros sanitários e, em menor escala, usinas de compostagem e incineradores, explicam Silva *et al.* (2008).

A PNRS tem como meta reduzir a quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para disposição final ambientalmente adequada, porém 58,4% do total de lixo produzido no Brasil vai para aterros sanitários (ABRELPE, 2014), que além de não serem o destino mais adequado do ponto de vista ambiental, tem capacidade limitada e altos custos de manutenção. Sendo assim, torna-se necessária a utilização de processos mais sustentáveis e menos danosos ao meio ambiente.

A compostagem surge então como uma alternativa para o descarte da matéria orgânica produzida. Ao fazer compostagem a matéria orgânica é transformada a partir de um processo biológico em substâncias húmicas, ou seja, em fertilizante orgânico, também chamado de composto orgânico ou “húmus” ideal para ser usado em solos na agricultura sem causar danos (SILVA *et al.*, 2013). Monteiro *et al.* (2001) definem “compostagem como sendo o processo natural de decomposição biológica de materiais orgânicos de origem animal e vegetal pela ação de microrganismos”.

A grande quantidade de resíduos sólidos depositada a cada dia nos aterros poderia ser minimizada se a compostagem fosse mais amplamente aplicada. De acordo com Monteiro *et al.* (2001) por ser um processo relativamente simples de fazer, limpo e que não exala odores desagradáveis quando feito de maneira correta, residências familiares, comunidades e até mesmo escolas podem adotar esta prática.

Sendo assim, este trabalho tem como objetivos avaliar o comportamento da relação C/N e da temperatura em composteiras domésticas, usando uma metodologia de fácil acesso a população e que poderá reduzir a mão-de-obra necessária no processo. Testando três tipos de recipientes diferentes e utilizando três tipos de estruturante, a pesquisa realizada avaliou os resultados gerados e analisou qual modelo de composteira seria o mais adequado, e como a temperatura e a relação C/N se comportou durante o processo.

2. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido na Horta didática do Departamento de Fitotecnia na Universidade Federal do Ceara (UFC) (Latitude 3^o44'22,3" S e Longitude 38^o34'34,4" O) (Figura 1). Foram utilizados como fonte principal de nitrogênio no processo de compostagem os resíduos orgânicos produzidos no Restaurante Universitário (RU) da UFC. As composteiras foram abastecidas com as sobras de refeições e os restos de comida dos pratos dos usuários.



Figura 1- Local de Montagem e Operação do Processo de Compostagem

Fonte: Autor (2015)

Os recipientes usados para a montagem das composteiras foram: *Bags* reutilizáveis confeccionados em polipropileno, com volume de 135L e cestos de plástico perfurados comumente utilizados em residências para armazenar roupas, revestidos por tela mosquiteiro para evitar entrada de roedores e baratas, em dois formatos e volumes diferentes. Um formato redondo com 70L e outro quadrangular de 45L. Foram montadas 12 composteiras de cada modelo, com 3 repetições, totalizando 36.

Nessa configuração, foram testados três tipos de material vegetal com função de estruturante, ou seja, ricos em carbono, a saber a poda de árvore picada, a grama seca e a serragem. Além desses testes, um teste-controle utilizando apenas o resíduo orgânico do Restaurante Universitário sem a adição do material estruturante foi estabelecido. Para simular um projeto de composteira caseira foram introduzidas, durante a operação da compostagem, cinco vezes por semana, quantidades equivalentes à produção de resíduo orgânico por uma família de até 4 pessoas, cerca de 2,7 Kg.

Antes da deposição do resíduo nos recipientes, o mesmo era misturado e manualmente pesado. Duas vezes por semana foram adicionados cerca de 1,2L de água em cada composteira para controle de umidade. Esse procedimento de abastecimento de resíduos durou até o 60º dia, quando o volume total do maior recipiente utilizado como composteira foi preenchido.

A temperatura foi avaliada diariamente, com termômetro tipo termopar de haste longa, para que fosse definida a necessidade ou não do reviramento do material em processo de compostagem, para controlar melhor a atividade dos microrganismos que decompõem a matéria orgânica durante o processo. Os parâmetros monitorados para avaliar a produção do adubo orgânico foram: o pH, a umidade, a relação C/N e a temperatura. Entretanto, nesse trabalho apenas os dois últimos parâmetros foram relatados e discutidos.

As amostras de cada composteiras eram retiradas a 15 cm do fundo do recipiente, e foram feitas 8 coletas para análise nos seguintes tempos de reação: 0, 7º dia, 15º dia, 30º dia, 45º dia, 60º dia, 90º dia, 120º dia. As amostras eram levadas para o Laboratório de Saneamento Ambiental (LABOSAN) da Universidade Federal do Ceará onde foram conduzidas as análises necessárias. A análise do nitrogênio foi feita de acordo com Silva (2009), as de carbono de acordo com MAPA (2007)

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

Durante todo o processo de compostagem verificou-se que não foi necessário o revolvimento do material para maior oxigenação, uma vez que a temperatura se manteve dentro do limite aceitável, com exceção das composteiras com grama seca, que entraram em processo anaeróbico. Não houve revolvimento da mesma devido a sua umidade elevada e à formação de uma pasta, dificultando o reviramento.

Muitos pesquisadores consideram a temperatura como o mais importante indicador da eficiência do processo de compostagem, já que está diretamente relacionada com a atividade metabólica dos microrganismos (PEREIRA NETO, 1988 citado por VALENTE *et al.*, 2008). A decomposição inicial da matéria orgânica é conduzida por microrganismos mesófilos, cujo metabolismo é exotérmico. Durante a oxidação da matéria orgânica parte do calor gerado acumula-se no interior da composteira (TANG *et al.*, 2004), elevando a temperatura que fica em torno de 40° (KIEHL, 1985). Ao atingir valores acima dos 45°C, a atividade microbiológica mesofílica é suprimida pela implantação de uma comunidade microbiana termofílica (TIQUIA, 2005). Durante a fase termofílica a temperatura pode chegar até a 70°, depois por auto-limitação dos termofílicos, a temperatura começa a diminuir e volta a predominar atividade mesofílica.

Analisando as temperaturas das composteiras durante todo o processo (Figura 2), constatou-se que todas elas apresentaram medidas acima da temperatura ambiente (27°), como recomendado por Kiehl (2012) e semelhante a Colon *et al.* (2010). Com exceção da composteira controle (apenas comida), todas tiveram picos de temperatura acima de 40°.

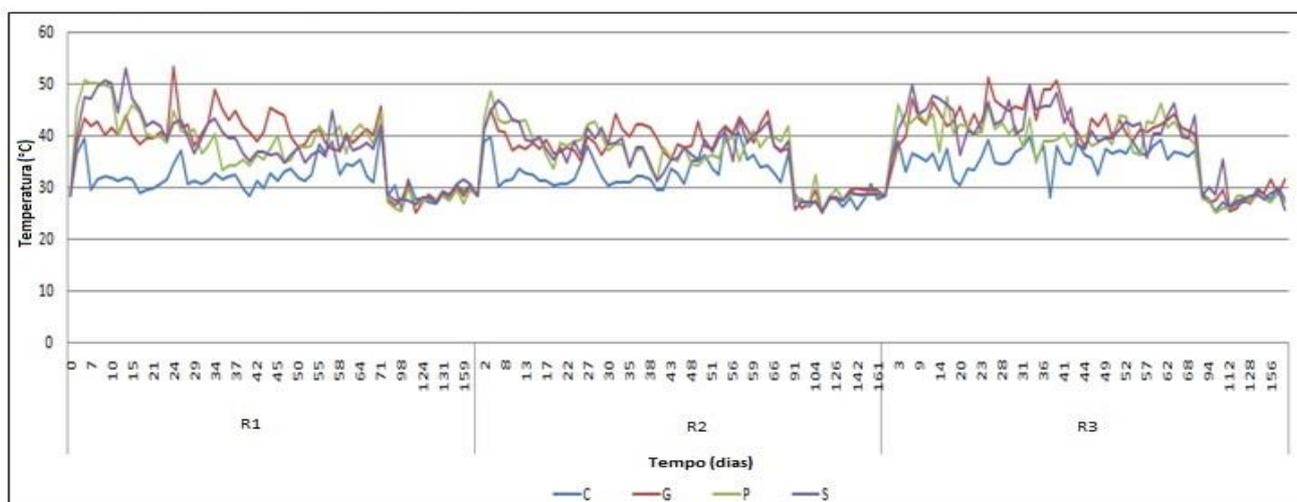


Figura 2- Evolução da temperatura durante a compostagem. R1-recipiente redondo, R2-recipiente quadrado, R3-Bags

O comportamento da temperatura, observado na fig 2, apresentou oscilações abruptas compatíveis com a metodologia adotada de alimentação diária dos recipientes. Como o volume nas composteiras reduzia e parte da biomassa passava para a fase mesófila, o

material mais recentemente adicionado nas camadas superiores iniciava o processo de degradação, gerando nova fase termófila, ocasionando os picos de temperatura obtidos. Colon *et al.* (2010) também encontraram resultados semelhantes com emprego de uma metodologia de alimentação semanal, obtendo picos de temperatura durante o processo. Entretanto, Loureiro *et al.* (2007), que avaliaram composteiras alimentadas uma única vez, a temperatura se comportou de modo mais estável.

Durante os primeiros dias do processo, a temperatura dos recipientes elevou-se, caracterizando o início do processo de compostagem e da fase mesófila, como apresentado por Kiehl (2012). A Fig 2 mostra que todos os recipientes, com exceção dos de comida, atingiram temperaturas acima de 40° graus, com máximas alcançadas pelas composteiras R1-P/S/G e R3-S/G que passaram de 49°, indicando a fase termofíla (KIEHL, 2012).

Analisando o gráfico pode-se perceber que as composteiras de *Bag* (R3) permaneceram mais tempo no período termofílico e tiveram médias de temperatura mais altas, porém os valores não chegavam acima de 60°. Na fase termofílica esses são os valores geralmente encontrados na literatura, pois segundo Colon *et al* (2010), na compostagem caseira a quantidade de material é baixa para armazenar grande quantidade de calor, facilitando a sua dissipação.

Durante todo o processo de compostagem não foi necessário o revolvimento do material para maior oxigenação, uma vez que a temperatura se manteve dentro do limite aceitável. Apenas as composteiras com grama seca entraram em processo anaeróbico, porém não foi possível o reviramento das mesmas por terem adquirido, com o tempo, consistência pastosa causada pela umidade elevada. Comparando cada estruturante pode-se notar que os recipientes com serragem e poda tiveram as variações de temperaturas mais aproximadas. O recipiente quadrado (R2) foi o que teve menores períodos de fase termofílica.

Segundo Sharma *et al* (1997) a atividade dos micro-organismos heterotróficos envolvidos no processo de decomposição da matéria orgânica, depende tanto do carbono como fonte de energia, quanto do nitrogênio para síntese de proteínas. Sendo assim a relação C/N é bastante utilizada para avaliar os níveis de maturação de substâncias orgânicas e seus efeitos no crescimento microbiológico.

Vários pesquisadores afirmam que a relação C/N ideal para iniciar o processo de compostagem está entre 25/1 e 35/1(Kiehl 2012). Devido a oxidação da matéria orgânica pelos micro-organismos, que através do processo de respiração liberam CO₂, diminuindo assim a concentração de carbono, verifica-se, então, durante o processo de compostagem uma redução da relação C/N.

A Figura 3 mostra os resultados obtidos da relação C/N durante o período de compostagem. As composteiras com comida iniciaram com uma relação C/N abaixo de 10:1 (Figura 3), o que não favoreceu o aumento da temperatura, a qual não ultrapassou 40° (Fig 2). Isso ocorre pelo fato de que materiais com baixa relação C/N, quando utilizados em excesso

como matéria prima no processo de compostagem resultam normalmente em redução da temperatura devido a diminuição da atividade microbiana ou alteração para o processo anaeróbio (INÁCIO & MILLER, 2009).

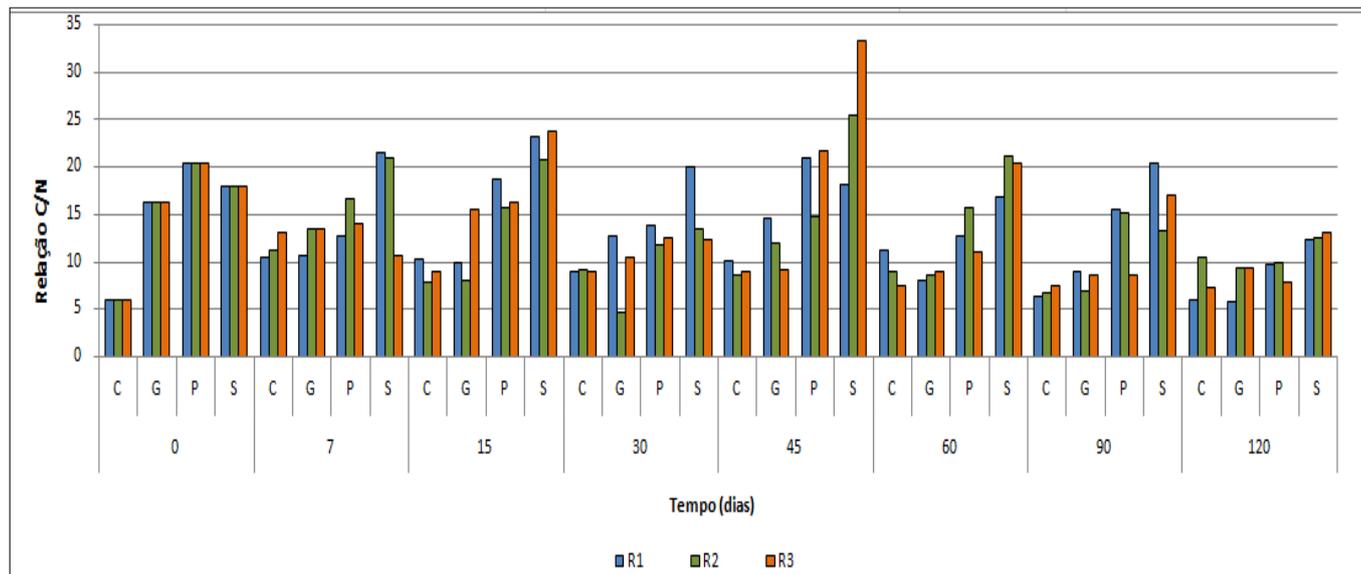


Figura 3 – Relação C/N durante o processo de compostagem. C-comida, G-grama, P-poda, S-serragem

De acordo com Kiehl (1998), o composto atinge a bioestabilização ou semicura, quando a relação C/N está em torno de 18:1, e transforma-se no produto humificado quando a relação C/N fica em torno de 10:1. Como verificado na Figura 3, as composteiras com comida e grama seca não atingiram a bioestabilização. Por outro lado, os recipientes que continham poda e serragem atingiram a semicura, já que são materiais ricos em carbono e com elevada relação C/N inicial.

A redução da relação C/N alcançou valores entre 10 e 15 ao final de 120 dias, o que indica a maturidade do composto final, de acordo com Kiehl (1985). Segundo Fiori *et al.* (2008) é necessário que exista um equilíbrio nas concentrações de carbono e nitrogênio na composição do composto durante o processo para que se haja uma relação C/N mais estável. A alimentação diária das composteiras pode ter influenciado no processo de maturação, ocasionando picos de valores como os observados no R2-S e R3-S aos 45 dias.

Segundo Kayhanian *et al* (1993) a relação C/N ideal para ser usada em solos é entre 15 e 20. Sendo assim, quanto a utilização do composto como adubo, os recipientes com serragem obtiveram os resultados mais próximos do recomendado.

Kiehl (2010) relata que quando há uma baixa relação C/N é necessária a adição de materiais ricos em carbono para ajustar até o valor ideal, caso contrário vai ocorrer perdas de nitrogênio por volatilização na forma de amônia, o que pode explicar o resultado obtido nos recipientes com comida que tem baixa relação C/N.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Avaliando as análises da temperatura e da relação C/N durante o processo de compostagem doméstica de acordo com a metodologia testada, é possível concluir que as composteiras que tiveram como estruturantes a serragem e poda foram as que mais se aproximaram dos resultados ideais. A *Bag* e o recipiente redondo foram capazes de promover maiores temperaturas, influenciando positivamente o processo. As composteiras domésticas confeccionadas foram de baixo custo e com materiais de fácil acesso para a população.

Agradecimentos

Agradece-se à FINEP e à CNPQ pelos recursos disponibilizados, ao Laboratório de Saneamento da Universidade Federal do Ceará (LABOSAN) por ceder o espaço para a realização dos trabalhos aos bolsistas Cicero Paulo e Renata Freire pelo auxílio dado ao projeto, à Universidade Federal do Ceará e a Prof. Doutora Maria Cristina Silva pelo apoio.

5. REFERÊNCIAS E CITAÇÕES

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2014**. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2014.pdf>>. Acesso em: 09 de julho de 2016.

CAMPOS, L M S; MARINHO, S V; VIEIRA, R; SANTOS, R H; MONTEIRO, J G; SANTOS, P F; COUTINHO, H. Ações de Melhoria da Gestão de Resíduos Sólidos numa Associação de Catadores da Grande Florianópolis. Área Temática: Meio Ambiente. IX ENGEMA – Encontro Nacional sobre gestão empresarial e meio ambiente. **Curitiba**, 19 a 21 de Nov. 2007

COLON, J.; MARTÍNEZ-BLANCO, J.; GABARRELL, X.; ARTOLA, A.; SANCHEZ, A.; RIERADEVALL, J.; FONT, X. Environmental assessment of home composting. **Resour. Conserv. Recycl.**, 54, p. 893-904, 2010.

CUNHA QUEDA, A. C. F. **Dinâmica do azoto durante a compostagem de materiais biológicos putrescíveis**. Tese de doutorado em Engenharia Agro-Industrial, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Portugal, 1999.

FERNANDES, F. e S.M.C.P. DA SILVA. **PROSAB - Programa de pesquisa em saneamento básico. Manual prático para a compostagem de biossólidos**. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro, 1999.

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

GOUVEIA, N. **Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social**. Ciência e Saúde Coletiva, 2012.

INÁCIO, C. T.; BETTIO, D. B.; MILLER, P. R. M. **Potencial de mitigação de emissões de metano via projetos de compostagem de pequena escala.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS, 2009. Vitória-ES. Anais. [Viçosa]: SBCS, 2009.

INSTITUTO DE PESQUISA E ECONOMIA APLICADA. **Diagnóstico dos resíduos sólidos.** Relatório de pesquisa, 2012.

KAYHANIAN, M.; TCHOBANOGLOUS, G. Innovative Two-Stage Process for the Recovery of Energy and Compost from the Organic Fraction of Municipal Solid Waste. **Water Science and Technology**, v. 27, n. 2, p. 133-143, 1993.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos.** Piracicaba: Editora Ceres, 1985.

KIEHL, E. J. **Manual de Compostagem.** Piracicaba: Editora Ceres, 1998.

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto.** 3.ed. Piracicaba: Ed. Agronômica Ceres, 2012. 171p.

KIEHL, E. J. Novo fertilizantes orgânicos. 1a edição do autor. Piracicaba, 2010.

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. Brasília**, v.42, n.7, p.1043- 1048, jul. 2007.

MELO, S. L. de. **Análise do uso de compostagem doméstica em conjuntos habitacionais de interesse social na cidade de São Domingos –Bahia.** Salvador 99p., 2014. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal da Bahia.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO-MAPA. **Instrução Normativa nº 28, de 27 de julho de 2007.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 31 de julho de 2007. Seção 1, p.11

PEREIRA NETO, J. T., 1996: **Manual de Compostagem.** Belo Horizonte – UNICEF – 56 p.

SINGH, A.; SHARMA, S. Composting of a crop residue through treatment with microorganisms and subsequent vermicomposting. **Bioresource Technology**, v.85, p.107-115, 2002.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** 2. ed. rev. ampl. - Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.

VALENTE, B. S.; XAVIER, E. G.; CABRERA, B. R.; MORSELLI, T. B. G. A.; MORAES P. de O.; JAHNKE, D. S.; LOPES, D. C. N.; BRUM JR, B. de S. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. **Archivos de zootecnia**, Pelotas, v.58®, p. 59-85, 2009.