

COMPOSTAGEM: DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICOS E QUÍMICOS DE UM COMPOSTO ORGÂNICO PRODUZIDO NO LABORATÓRIO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL DA CIDADE UNIVERSITÁRIA PROF. JOSÉ DA SILVEIRA NETTO – UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

Natã Lobato da Costa¹; Arthur Julio Arrais Barros²; Jarleson dos Santos Lima²; Risete Maria Queiroz Leão Braga³; José Francisco Berrêdo Reis da Silva⁴

Resumo – É imprescindível que sejam realizadas a destinação e disposição ambientalmente adequadas dos resíduos sólidos gerados nos grandes centros urbanos para evitar agravos à saúde humana e ao meio ambiente. Uma alternativa sustentável e adequada do ponto de vista ambiental para destinar, particularmente, os resíduos sólidos orgânicos é o processo de compostagem, que os transforma em um material mais estável e resistente à ação das espécies consumidoras. Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi montar e monitorar composteiras caseiras como forma de reaproveitamento dos resíduos sólidos orgânicos gerados na Cidade Universitária Prof. José da Silveira Netto – Universidade Federal do Pará. Assim, a pesquisa foi dividida em três etapas. Na Etapa 1, foi realizada a coleta e a trituração dos resíduos orgânicos a serem degradados e posterior montagem dos recipientes de compostagem. Na Etapa 2, foram realizadas medições periódicas de temperatura, umidade e pH e concentrações de Carbono (C), Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K) para avaliar a evolução da degradação dos compostos orgânicos, para fins de avaliação da qualidade final do composto maturado por meio do monitoramento contínuo da evolução da relação Carbono/Nitrogênio (Etapa 3). As temperaturas, os valores de umidade e pH mostraram que o composto evoluiu dentro do esperado e que o experimento é bastante promissor em função da relevância da temática de destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos orgânicos de forma consoante com o previsto na Lei n.º 12.305/2010 para uma prática nas instituições de ensino superior.

Abstract – It is imperative that the environmentally appropriate disposal of solid waste generated in large urban centers is carried out to avoid damage to human health and the environment. A sustainable and environmentally sound alternative to the use of organic solid waste is the composting process, which makes them a more stable material resistant to the action of consuming species. Thus, the objective of the present work was to assemble and monitor household composts as a way to reuse organic solid waste generated in Cidade Universitária Prof. José da Silveira Netto - Federal University of Pará. Thus, the research was divided into three stages. In Step 1, the organic wastes were collected and crushed to be degraded and later the composting containers were set up. In step 2, periodic measurements of temperature, humidity and pH and concentrations of Carbon (C), Nitrogen (N), Phosphorus (P) and Potassium (K) were carried out to evaluate the evolution of the degradation of organic compounds for evaluation purposes of the final quality of the compound matured by means of the continuous monitoring of the evolution of the Carbon / Nitrogen ratio (Step 3). The temperatures, humidity and pH values showed that the compound evolved within the expected range and that the experiment is very promising due to the relevance of the environmentally adequate final disposal of organic solid

¹Graduando de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal do Pará: Belém – PA. Telefone: (91) 98148-2867. E-mail: natanlobato@hotmail.com.

²Graduando de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal do Pará: Belém – PA.

³Engenheira Civil pela Universidade Federal do Pará. Mestrado em Engenharia de Solos pela Universidade de São Paulo. Doutorado em Geologia pelo Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará. Professora da Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal do Pará. E-mail: risetebraga@ufpa.br.

⁴Geólogo pela Universidade Federal do Pará. Mestre e Doutor em Geologia e Geoquímica pela Universidade Federal do Pará. Professor do Museu Paraense Emílio Goeldi. E-mail: berredo@museu-goeldi.br.

waste in accordance with the provisions of Law no. 12.305 / 2010 for a practice in higher education institutions.

Palavras-Chave – Resíduos sólidos orgânicos. Compostagem. Monitoramento de parâmetros físicos e químicos. Universidade Federal do Pará.

1. INTRODUÇÃO

Com o processo de urbanização e o crescimento da população e da geração de resíduos sólidos decorrentes, muitas vezes não há adequações no sistema de gerenciamento de resíduos visando atender às novas demandas apresentadas; acarretando em ineficiência na prestação dos serviços e em déficit no atendimento da população. Assim, a tarefa de gerar e gerir um sistema de resíduos sólidos consoante com a legislação vigente se torna um grande desafio para os gestores públicos, empresas especializadas e demais atores envolvidos no processo.

A matéria orgânica gerada nas residências representa mais de metade da massa total gerada de resíduos, sendo que apenas 3% são aproveitados em processos de compostagem (CEMPRE, 2010 *apud* Jacobi e Besen, 2011). Como consequência, grande parte dessa massa de resíduos é disposta em aterros sanitários, emitindo gases de efeito estufa durante o processo de decomposição e contribuindo para o aquecimento global e outras mudanças climáticas.

Sendo assim, é imprescindível que sejam realizadas a destinação e disposição ambientalmente adequadas destes resíduos para evitar agravos à saúde humana e ao meio ambiente. Uma alternativa sustentável e adequada do ponto de vista ambiental para destinar resíduos sólidos orgânicos é o processo de compostagem (BRASIL, 2010), que os transforma em um material mais estável e resistente à ação das espécies consumidoras.

Na natureza ocorre um processo natural e espontâneo de “compostagem natural”, que vem a ser à degradação biológica da matéria orgânica, envolvendo vegetação morta (folhas caídas das árvores, plantas secas, restos de árvores, etc.), assim como dejetos de animais e animais mortos (CORDEIRO, 2010).

Esse processo tem como resultado final o composto orgânico que pode ser aplicado ao solo para melhorar suas características, sem ocasionar riscos ao meio ambiente. O método de compostagem é conhecido há séculos e, com os problemas de degradação ambiental acelerada e perda de fertilidade dos solos, vem tendo sua importância cada vez mais devidamente reconhecida (BARROS, 2012).

Segundo o estudo realizado por Cardoso *et al.* (2009), a Cidade Universitária “Professor José da Silveira Netto” da Universidade Federal do Pará (UFPA) produz diariamente 3.986 kg de resíduos, sendo que, deste total, estima-se que a quantidade de matéria orgânica está em torno de 50,60%. Ainda neste estudo, notou-se que grande parte dos resíduos não é disposta de forma adequada (fora dos contêineres) e que a frequência da coleta é inapropriada, pois devido à demora na coleta, a matéria orgânica presente acaba entrando em processo de putrefação, causando assim maus odores.

Assim, utilizar a técnica da compostagem para destinar os resíduos oriundos de varrição, capina e poda de árvores na área próxima ao Laboratório de Engenharia Sanitária e Ambiental (LAESA) da Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental (FAESA) torna-se uma alternativa viável e de extrema relevância, considerando o bem estar da comunidade acadêmica e a salubridade do meio, além de projetar a pesquisa, futuramente, para outras áreas da UFPA.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Realizar a compostagem com os resíduos orgânicos (podas de árvores e casca de frutos, etc.) das áreas próximas do Laboratório de Engenharia Sanitária e Ambiental (LAESA) da Universidade Federal do Pará (UFPA).

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

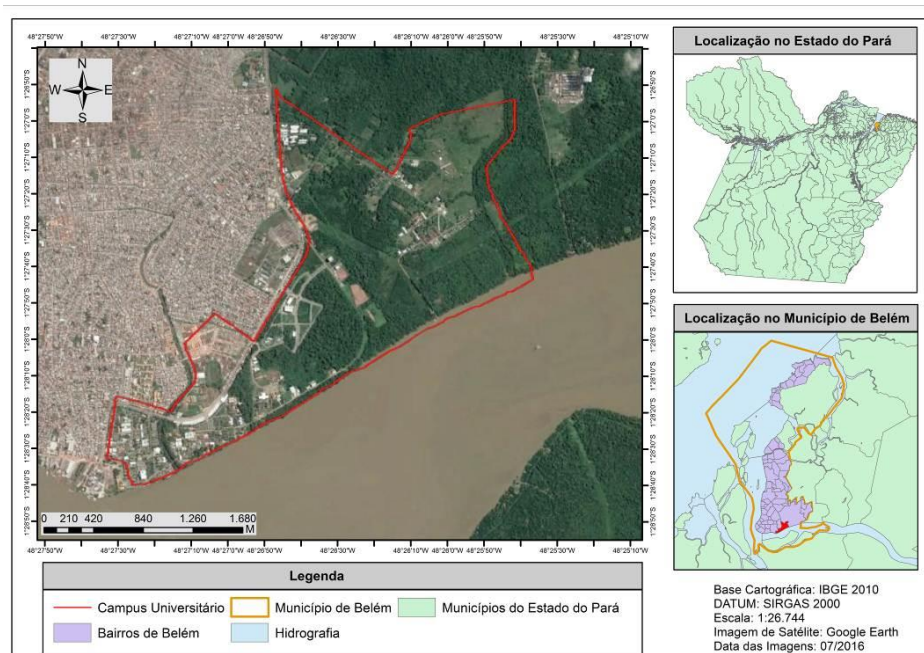
Montar uma composteira caseira para produção de compostos orgânicos a partir de resíduos provenientes de podas de árvores e frutos da UFPA;

Analisar, de forma periódica e rotineira, a qualidade do composto orgânico do processo de compostagem de resíduos orgânicos por parâmetros físicos e químicos.

3. METODOLOGIA

O presente trabalho teve como área de estudo a Cidade Universitária Prof. José da Silveira Netto – Universidade Federal do Pará (Figura 1):

Figura 1. Localização geográfica da área de estudo.



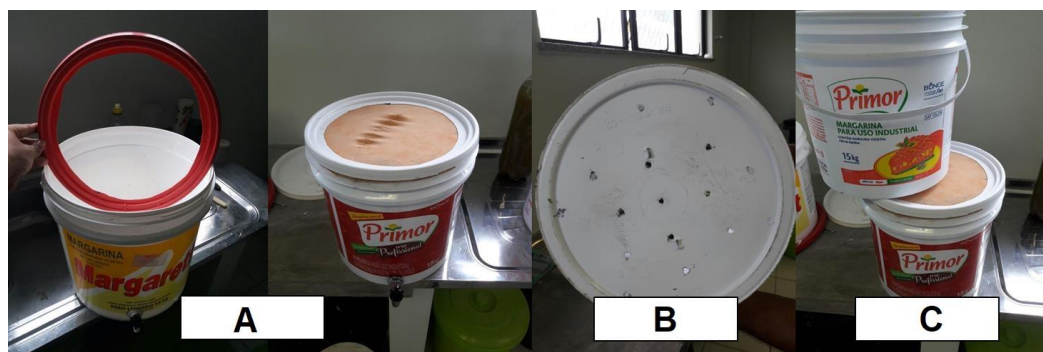
Fonte: Autores, 2017.

As etapas metodológicas para o monitoramento da decomposição dos resíduos orgânicos gerados na UFPA compreenderam:

Etapa 1: Coleta e trituração dos materiais a serem empregados na compostagem e montagem dos recipientes de compostagem;

Para a montagem das composteiras caseiras, foram escolhidos baldes de cerca de 16L como recipientes armazenadores. O período de avaliação do composto orgânico foi de Maio a Agosto de 2017. Para cada composteira foram necessários dois baldes, um para a deposição dos resíduos e outro para a coleta do líquido percolado oriundo da decomposição da matéria orgânica. Inicialmente, o balde que coletará o chorume tem a sua tampa cortada para permitir o encaixe do balde superior, com posterior acoplagem da torneira de filtro e da tela protetora (A). Em seguida, são realizados furos na parte inferior do balde superior para permitir a passagem do líquido percolado (B). Por fim, os dois baldes são acoplados para permitir o acondicionamento dos materiais a serem compostados (C). Essa sequência do processo de montagem está ilustrada na Figura 2:

Figura 2. Etapas de montagem das composteiras caseiras.



Fonte: Autores, 2017.

Após a montagem do recipiente, foram acondicionados os materiais selecionados para o processo de compostagem: folhas secas, grama fresca, pó de café e cascas de frutas (Figura 3):

Figura 3. Vista interna da composteira durante o processo de montagem.



Fonte: Autores, 2017.

Foram coletadas amostras periódicas para análise de parâmetros físico-químicos e consequente monitoramento do avanço do processo de degradação da matéria orgânica.

Etapa 2: Medições periódicas de temperatura, umidade e pH e das concentrações de Carbono, Nitrogênio, Fósforo e Potássio, para avaliar a evolução da degradação dos compostos orgânicos;

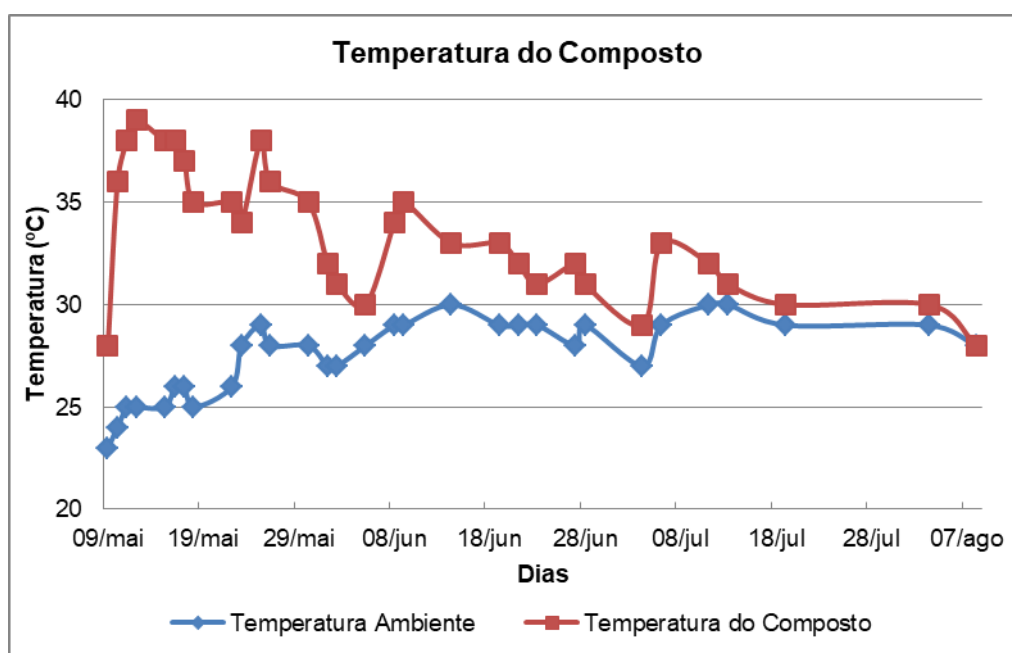
Etapa 3: Monitoramento contínuo da evolução da relação Carbono/Nitrogênio para fins de determinação da qualidade do composto final maturado.

As medições de temperatura, pH e umidade foram realizadas com equipamentos do Laboratório de Resíduos Sólidos da FAESA/UFPA enquanto que as análises de Carbono, Nitrogênio, Fósforo e Potássio foram realizadas no Laboratório de Solos da Coordenação de Ciências da Terra e Ecologia (CCTE) do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG).

4. RESULTADOS

A variação da temperatura no período analisado mostrou que, nos primeiros dias, a temperatura do composto foi da ordem de 28 a 39°C, enquanto que a temperatura ambiente variou na faixa de 23 a 26°C. A partir do final do mês de Maio/2017, a temperatura do composto foi da ordem de 30 a 38°C (período de maior atividade microbiana no composto), enquanto que a temperatura ambiente variou na faixa de 26 a 30°C (Figura 4):

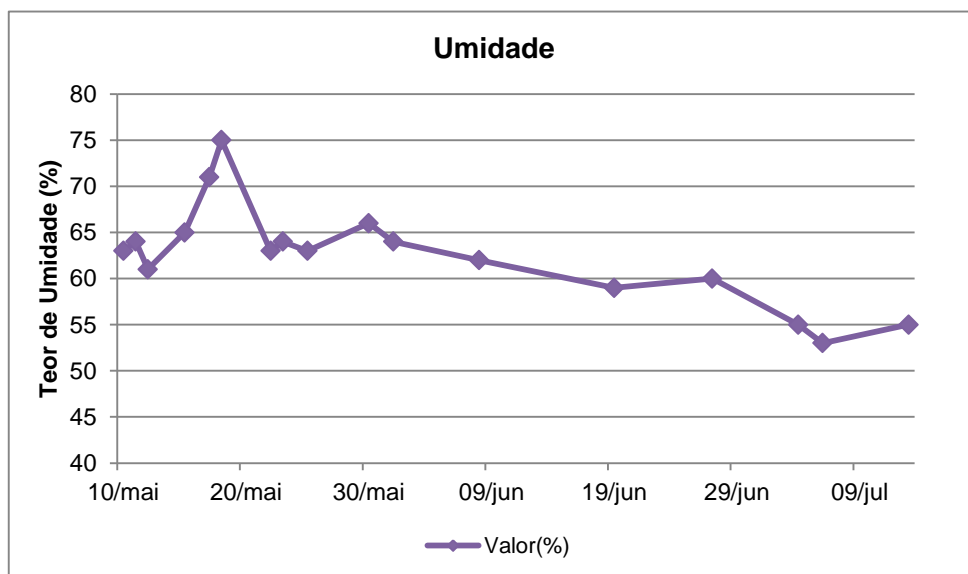
Figura 4. Variação da temperatura no composto.



Fonte: Autores, 2017.

Os valores obtidos do teor de umidade se encontraram acima do recomendado na literatura, que é de 55% no início do processo de degradação dos resíduos orgânicos (REIS *et al.*, 2004). Esse fenômeno pode ser explicado em função de, no início da compostagem, ser liberada água, provocando um repentino aumento nos teores de umidade (MERKEL, 1981). Com o tempo, esses valores diminuíram sensivelmente, variando na faixa de 55% a 66%, conforme pode ser observado na Figura 5:

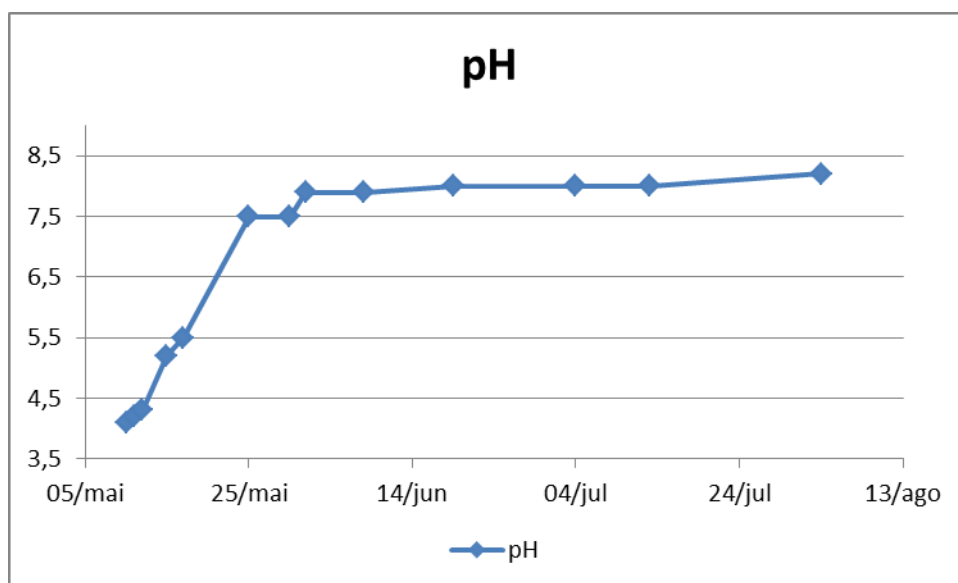
Figura 5. Determinação de umidade do composto com o tempo.



Fonte: Autores, 2017.

Com relação ao pH do composto foi possível observar uma tendência ao pH relativamente básico com o avanço da degradação dos compostos, chegando ao valor máximo de 8,4 (Figura 6):

Figura 6. Curva de pH.



Fonte: Autores, 2017.

Esse comportamento do pH no processo de compostagem, de levemente ácido no início e depois de contínuo aumento até chegar à basicidade, está de acordo com o descrito por Campos e Blundi (1998).

Quanto aos macronutrientes Fósforo (P) e Potássio (K) (Tabela 1), as análises mostraram um enriquecimento moderado nas amostras do composto por se tratar de um composto orgânico de tecido vegetal em que normalmente não há crescimento acentuado desses nutrientes (TEDESCO *et al.*, 1985).

Tabela 1. Valores das concentrações de Fósforo (P) e Potássio (K) (em %) em amostras do composto orgânico.

| Amostra | P | K |
|---------|------|------|
| 1 | 0,38 | 0,2 |
| 2 | 0,47 | 0,27 |
| 3 | 0,48 | 0,23 |
| 4 | 0,5 | 0,33 |
| 5 | 0,63 | 0,46 |
| 6 | 0,53 | 0,29 |
| 7 | 0,58 | 0,23 |
| 8 | 0,47 | 0,27 |
| 9 | 0,53 | 0,25 |

Fonte: Autores (2017).

Com reação às análises da relação Carbono/Nitrogênio (C/N), as amostras estiveram sempre abaixo do valor considerado ideal para o composto ($10/1 < C/N < 18/1$). O valor máximo foi observado no início do processo chegando a 15/1, reduzindo e permanecendo próximo ao valor de 8/1. Kiehl (1998) aponta que mesmo sendo baixos, os valores C/N podem ser considerados como de boa decomposição (Tabela 2):

Tabela 2. Resultados das análises de C/N e MO.

| Amostra | C % | N % | M.O | C/N |
|---------|-------|------|-------|-------|
| 1 | 38,5 | 2,53 | 66,22 | 15,22 |
| 2 | 21,43 | 3,07 | 36,86 | 6,98 |
| 3 | 21,83 | 2,71 | 37,55 | 8,06 |
| 4 | 24,11 | 2,53 | 41,47 | 9,53 |
| 5 | 18,75 | 3,34 | 32,25 | 5,61 |
| 6 | 20,09 | 2,44 | 34,55 | 8,23 |
| 7 | 22,1 | 3,24 | 38,01 | 6,82 |
| 8 | 20,1 | 2,52 | 34,57 | 7,98 |
| 9 | 20,09 | 2,62 | 34,55 | 7,67 |

Fonte: Autores, 2017.

5. CONCLUSÕES

O composto maturado tem características e parâmetros que estão de acordo com o disponibilizado na literatura técnica especializada, tendo adquirido um aspecto final de terra preta.

As temperaturas, valores de umidade e pH mostram que o composto evoluiu dentro do esperado. Além disso, o composto teve um ligeiro enriquecimento de macronutrientes, o que garantiria o enriquecimento do solo e melhor desenvolvimento para as plantas caso seja usado posteriormente na UFPA.

As análises da relação Carbono/Nitrogênio resultaram em valores abaixo do considerado ideal na literatura técnica, entretanto a estabilização do composto não foi significativamente comprometida.

Assim, o experimento se mostrou bastante promissor em função da relevância da temática de destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos orgânicos de forma consoante com o previsto na Lei n.º 12.305/2010, bem como pelos resultados obtidos que estão em grande parte enquadrados com o previsto na bibliografia.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Museu Paraense Emílio Goeldi pelo apoio e suporte para as realizações de análises físico-químico dos materiais em compostagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROS, R. T. V. *Elementos de gestão de resíduos sólidos*. Belo Horizonte: Ed. Tessitura, 2012. 424 p.

BRASIL. Lei n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 14 dez. 2017.

CAMPOS, A. L. O, BLUNDI, C. E. *Avaliação de matéria orgânica em compostagem: metodologia e correlações*. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL. 26. Anais... Lima/Peru. 1998.

CARDOSO et al. *Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Cidade Universitária Prof. José da Silveira Neto da Universidade Federal do Pará – UFPA – Belém – Pará*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. 25. Anais... Recife, Pernambuco. 2009.

CORDEIRO, N. M. *Compostagem de resíduos verdes e avaliação da qualidade dos compostos obtidos: caso de estudo da algar s.a.* 2010. 70 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) - Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, 2010.

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. *Estud. av. [online]*. 2011, vol.25, n.71, p. 135-158.

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

MERKEL, A. J. *Managing livestock wastyes*. Westport: Avi Publishing Company, 1981.

REIS, M. F. P, ESCOSTEGUY, P. V, SELBACH, P. *Teoria e Prática da Compostagem de Resíduos Sólidos Urbanos*. Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo – RS, 2004.

TEDESCO, M. J, VOLKWEISS, J, BOHNEN, H. *Análises de solo, plantas e outros materiais*. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Solos, 1985. Paginação irregular. (UFRGS. Boletim Técnico, 5).