



III-342 – AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE ACELERADORES DE COMPOSTAGEM

Rossanna Barbosa Pragana⁽¹⁾

Engenheira Agrônoma, formada pela UFRPE, em 1995. MSc. em Agronomia – Ciência do Solo, pela UFRPE, em 1999. Pesquisadora da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária – IPA de 1999 a 2002. Técnica Reguladora da Agência de Regulação dos Serviços Públicos Delegados do Estado de Pernambuco – ARPE de 2002 a 2008. Docente da UFPI.

Maria de Fátima Gonçalves de Oliveira

Bacharel em Química pela UFPE, em 1983. Pesquisadora da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária e Responsável Técnica pela Usina de Compostagem da CEASA.

Rosângela Gomes Tavares

Bacharel em Química e Engenheira Química, formada pela UNICAP, em 1993 e 1998. MSc. em Engenharia Civil – Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, pela UFPE, em 2003. Técnica Reguladora da Agência de Regulação dos Serviços Públicos Delegados do Estado de Pernambuco – ARPE. Docente da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Ana Paula Maria de Araújo

Engenheira Química, formada pela UNICAP, em 1994, Licenciada em Química pela UFRPE, em 2003. MSc. em Engenharia Civil – Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, pela UFPE, em 2006. Técnica Reguladora da Agência de Regulação dos Serviços Públicos Delegados do Estado de Pernambuco – ARPE

Valmir Cristiano Marques de Arruda

Engenheiro Sanitarista formado pela UFMT. Mestre em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos pelo Departamento de Engenharia Civil da UFPE. Doutorando em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos pelo Departamento de Engenharia Civil da UFPE. Analista de Recursos Hídricos da Secretaria de Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco – SRH.

Endereço⁽¹⁾: Rua Itacari, nº 403, Imbiribeira, CEP 51200-080, Recife-PE, Fone: (081) 33391355. Email: rossannapragana@yahoo.com.br

RESUMO

Por ser uma prática ambientalmente segura, a compostagem constitui importante alternativa para o aproveitamento de resíduos orgânicos, transformando-os em um insumo de grande importância para agricultura. A compostagem natural leva de sessenta a noventa dias para atingir a bioestabilização e de trinta a sessenta dias para humificação. No entanto, tem-se procurado acelerar a velocidade desse processo pela incorporação de inoculantes para compostagem. O trabalho teve como objetivo testar o emprego do processo de compostagem para tratar o resíduo gerado por uma indústria alimentícia, e a eficiência de inoculantes para acelerar esse processo. Os tratamentos foram: pilhas inoculadas com os microrganismos multiplicados no laboratório de Microbiologia do solo da UFRPE (T1); pilhas inoculadas com o produto comercial Enzilimp (T2) e Pilhas conduzidas sem inoculantes (T3-testemunha). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. Para acompanhar o processo foi feito o monitoramento da temperatura, da umidade, dos teores de nitrogênio e carbono, da relação C/N e da biomassa microbiana. Com os resultados obtidos observou-se que no período de quarenta e cinco dias houve diferença significativa entre os tratamentos, para os parâmetros carbono e biomassa microbiana, indicando que os microrganismos do tratamento T1 aceleraram a decomposição durante o período analisado, entretanto o tempo de quarenta e cinco dias não foi suficiente para estabilizar a matéria orgânica.

PALAVRAS-CHAVE: resíduos; microrganismos; inoculantes.

INTRODUÇÃO

De acordo com o IBGE (Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE) os resíduos gerados na Fabricação de Produtos Alimentícios e Bebidas são classificados na tipologia quinze, e podem ser classificados quanto ao grau de periculosidade na Classe II. A disposição desses resíduos em locais inadequados e de maneira incorreta constitui-se em considerável perigo ao meio ambiente, podendo poluir o solo, alterando suas características físicas, químicas e biológicas, comprometendo todas as formas de vida



relacionadas com esses componentes ambientais. Essa disposição inadequada também é responsável por causar grandes problemas de saúde pública, pois o resíduo orgânico quando mal cuidado favorece a criação de vetores, que funcionam como agentes transmissores de várias doenças.

Uma das formas mais eficiente e ambientalmente segura do aproveitamento de resíduos orgânicos é por meio do processo de compostagem, o qual é um processo bioquímico, aeróbio e controlado de tratamento e estabilização de resíduos orgânicos (Pereira Neto, 2004).

Segundo Jardim et al. (1995) o tempo necessário para compostagem de resíduo orgânico está associado ao método empregado e as técnicas operacionais. Na experiência de alguns autores, para composto produzido com lodo de esgoto, um período de dois a três meses é suficiente para obtenção de um composto em excelente estado de maturação, se todos os procedimentos técnicos foram seguidos corretamente [Fernandes, F. et al. 2003].

Quanto à eficácia da adição de inoculantes, contendo microrganismos específicos, aos resíduos para acelerar o processo de compostagem, Fernandes et al (2003) afirma que, efetivamente, existem grupos de microrganismos mais aptos a degradar determinados tipos de substratos. Entretanto, devido à grande variedade e quantidade de microrganismos presentes na mistura durante a compostagem, a população de microrganismos específicos se restringe, por causa da competição, o que leva a evoluções parecidas entre misturas inoculadas com microrganismos específicos e as não inoculadas.

Esse trabalho teve como objetivo testar o emprego do processo de compostagem para tratar o resíduo gerado por uma indústria alimentícia, e a eficiência de inoculantes para acelerar esse processo, sendo um comercial e outro formado por microrganismos multiplicados no laboratório de Microbiologia do solo da UFRPE.

MATERIAIS E MÉTODOS

Na pesquisa foi utilizado o lodo da estação de tratamento de efluentes da indústria Refrescos Guararapes Ltda.- filial Suape- PE. Para aumentar a relação C/N do lodo utilizou-se restos vegetais originados de uma capina realizada na área da empresa Green World. Como o lodo apresentava uma granulometria fina, esse resíduo também serviu como material estruturante, para assegurar uma melhor porosidade ao processo de compostagem.

As pilhas foram formadas com 1,2 m de altura, por 2,25 m² de base, compondo cada pilha um volume de 2,7 m³, garantindo assim uma melhor eficiência no processo de compostagem (Kiehl, E.J. 1998). Para composição das pilhas utilizou-se 970 kg de lodo e 30 kg de resíduo vegetal.

As pilhas foram montadas no pátio coberto da empresa Green World, adotando-se o sistema de compostagem Windrow, que é um processo simples, de fácil operação e de baixo custo de instalação (Silva, S. M. C. P. da et al 1998).

As pilhas foram monitoradas diariamente avaliando-se a temperatura e a umidade. A temperatura foi verificada no topo, meio e base das pilhas, sendo expressa na forma de média diária. A aferição era efetuada por meio de termômetro de mercúrio. A aeração foi fornecida através do revolvimento manual dos resíduos, uma vez por semana, por um período de quarenta e cinco dias.

O inoculante comercial avaliado foi o Enzilimp, que segundo o fabricante é constituído por cepas de microrganismos selecionados, que se propõe a intensificar a atividade microbiana reduzindo a quantidade de material sólido dos resíduos. Esse produto foi aplicado seguindo as instruções do fabricante, no momento da montagem das pilhas.

Os microrganismos multiplicados no laboratório de Microbiologia do solo da UFRPE e inoculados nas pilhas foram: a bactéria *Acidithiobacillus thiooxidans*, multiplicada em meio 9K e inoculada na montagem das pilhas, seguida do fungo *Aspergillus sydowii*, multiplicado em meio batata e inoculado 15 dias da montagem e por ultimo o fungo *Kitasatospora recifenses*, multiplicado em meio ISP2, inoculado 30 dias após a montagem. Os inoculantes foram preparados misturando-se os microrganismos em 1 L de água deionizada, sendo estes diluídos em 1 L de água/pilha.



Os tratamentos foram: pilhas inoculadas com os microrganismos multiplicados no laboratório de Microbiologia do solo da UFRPE (T1); pilhas inoculadas com o produto comercial Enzilip (T2) e Pilhas conduzidas sem inoculantes (T3 - testemunha). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições.

Quinzenalmente foram avaliados os teores de nitrogênio, de carbono e a atividade microbiana de cada tratamento. Foram coletadas amostras compostas de cada pilha, colocadas para secar ao ar livre, destorroadas e analisadas.

Para determinação dos teores de nitrogênio adotou-se o método Kjeldhal, com adaptações do laboratório de Microbiologia do Solo da UFRPE. O carbono total foi determinado dividindo-se o teor de matéria orgânica, obtida pelo método de perda por ignição, pelo fator 1,724 (Kiehl, E.J. 1998).

A atividade microbiana foi avaliada 15, 30 e 45 dias após a montagem do experimento, adotando-se o seguinte procedimento: Foi acondicionando em um recipiente hermeticamente fechado 50 g da massa de compostagem, juntamente com um erlenmeyer contendo 10 mL de NaOH 1 N, por um período de 5 dias. Após esse período foi adicionado 2 mL de cloreto de bário, a 10% em água, ao erlenmeyer com o NaOH e titulou-se com HCl 0,5N, após adicionar 5 gotas de fenolftaleína.

RESULTADOS

No início da compostagem predomina produtos de fácil decomposição microbiológica, preconizando um elevado grau de desenvolvimento de microrganismos, o que conseqüentemente provoca a elevação da temperatura. O aumento da temperatura (fase termófila e mesófila) é em virtude da ação dos microrganismos, pois ocorre liberação de energia em forma de calor. Quando a massa de compostagem inicia a estabilização parte dos microrganismos morrem diminuindo a temperatura (Bidone, F.R.A. 1995).

O comportamento da temperatura no processo de compostagem é um indicativo que a composição formulada com os resíduos apresentou boas características para a utilização desta técnica, como forma de tratamento. O ideal é que a temperatura permaneça acima de 55° C por um período de no mínimo 20 dias, de acordo com Pereira Neto (1990). Durante o experimento a temperatura ficou abaixo da ideal, como pode ser observado na Figura 1.

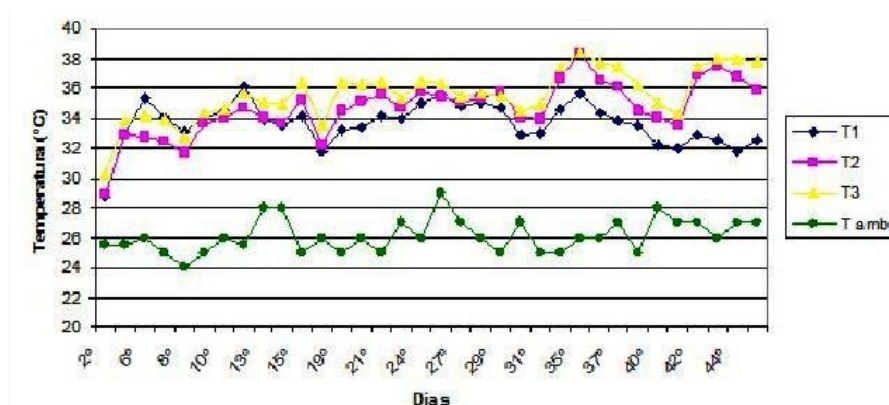


Figura 1. Média diária da temperatura das pilhas durante 45 dias.

Durante o período monitorado do processo de compostagem houve um pequeno aumento da temperatura das pilhas, quando comparada com a temperatura ambiente. Entretanto as temperaturas não atingiram a fase termófila. Segundo Pereira Neto [1990] o desenvolvimento da temperatura na pilha está relacionado a vários fatores que interferem na geração de calor, como umidade, aeração, granulometria da matéria prima, relação C/N, e outros. O lodo pesquisado apresentava aproximadamente 84% de umidade. A introdução dos resíduos vegetais não foi suficiente para diminuir a umidade para teores próximos de 55%, considerado ideal para o processo. Provavelmente esse excesso de umidade interferiu na temperatura.

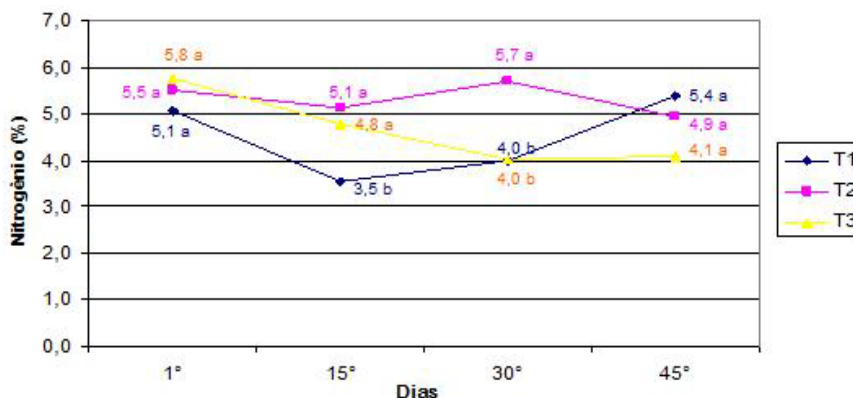


De acordo com Pereira Neto (2004) o teor mínimo de umidade possível para garantir uma razoável atividade de degradação na massa de compostagem seria próximo de 40%. Sendo o teor ideal em torno de 55% de umidade.

As médias da temperatura dos tratamentos T1, T2 e T3, durante os 45 dias monitorados, foram 33,64; 34,64 e 35,59 °C, respectivamente. A média da temperatura ambiente foi 26°C. O teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, demonstrou que houve diferença significativa entre o tratamento T1 e os tratamentos T2 e T3 no parâmetro temperatura. O tratamento T1 foi o que apresentou menor temperatura.

O teor de nitrogênio em composto orgânico varia entre 0,3 e 2%, encontrando-se predominantemente na forma orgânica. Frequentemente os níveis de N amoniacal são elevados, verificando-se porém que, em média, a fração mineral representa uma reduzida percentagem de nitrogênio presente no composto, por este motivo, a disponibilidade do N mineral, susceptível de ser absorvido pela planta, dependerá, fundamentalmente, da taxa de mineralização (Kiehl, E.J. 1998). Os três tratamentos apresentaram teor de N superior ao citado acima.

Podemos observar na Figura 2 que houve uma queda no teor de N nos três tratamentos, quinze dias após a instalação do experimento. Provavelmente ocorreu por causa da volatilização do N amoniacal com a elevação da temperatura durante o processo. No final do período monitorado apenas no tratamento T1 houve um aumento no nitrogênio.



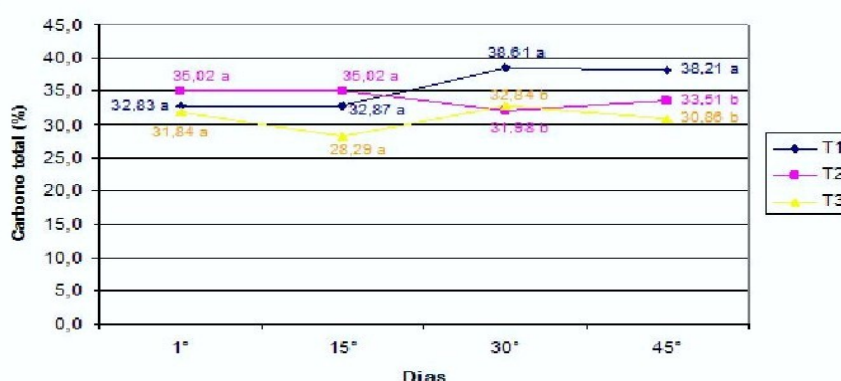
Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Figura 2. Teor de nitrogênio dos tratamentos analisados ao longo de 45 dias.

Os resultados estatísticos indicaram que não houve diferença significativa entre os tratamentos no fim do período monitorado. Entretanto, houve diferença no décimo quinto e trigésimo dia indicando que a introdução de inoculantes interfere no teor do N durante o processo.

Os nutrientes são usados pelos microrganismos como fonte de energia para construir e manter sua estrutura e organização. Dentre os mesmos, merecem especial atenção o carbono e o nitrogênio. Cerca de 50% da massa celular dos microrganismos é constituída de carbono e de 2% a 8%, de nitrogênio (Bidone, 1995).

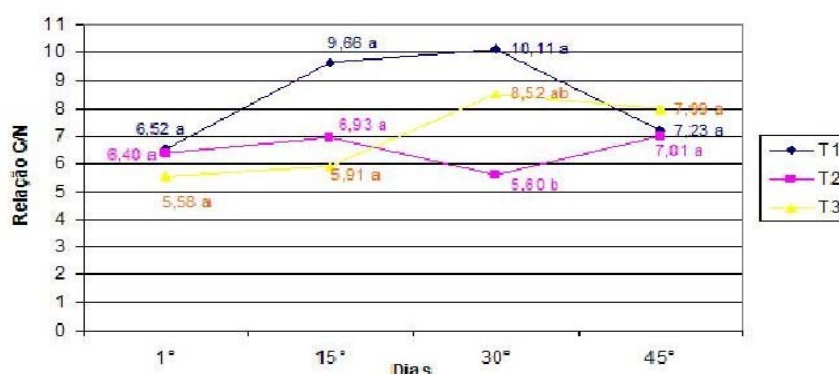
Não houve diferença significativa entre os tratamentos nos primeiros quinze dias do experimento, quanto ao teor de C, como pode ser observado na Figura 3. Entretanto a partir do trigésimo dia o tratamento T1 apresentou um aumento nesse teor que o diferiu dos outros tratamentos. A queda no teor de carbono pode indicar uma maior utilização desse elemento pelos microrganismos, liberando-o na forma de CO₂.



Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Figura 3. Teor de carbono dos tratamentos analisados ao longo de 45 dias.

A relação C/N tem sido tradicionalmente utilizada como um bom indicador do grau de decomposição dos materiais orgânicos. Vários autores reportam que relação C/N inferior a vinte seria indicativa de uma maturação aceitável. No entanto, por vezes, este valor pode ser superior em compostos relativamente maduros, por exemplo, quando parte do carbono orgânico se encontram em moléculas resistentes à degradação (exemplo a lignina) e por isso, dificilmente disponível para os microrganismos (Brito, L.M. 1997). A relação C/N de materiais bem compostados pode variar entre cinco e vinte, devido ao tipo de material original e às condições do processo de compostagem. Na Figura 4 observa-se a variação da relação C/N durante o processo de compostagem.



Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Figura 4. Relação carbono/ nitrogênio dos tratamentos analisados ao longo de 45 dias.

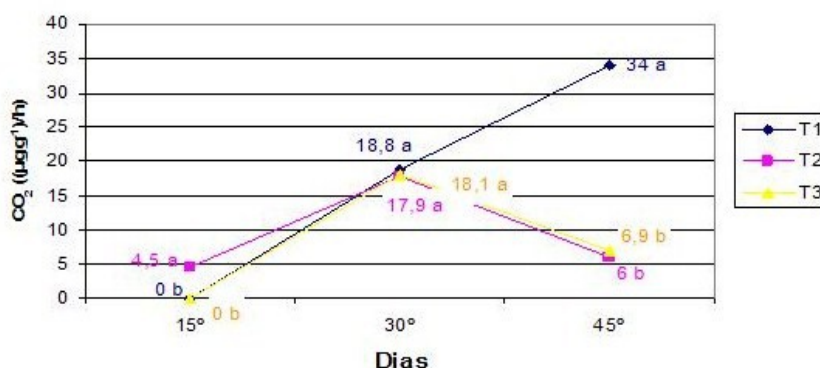
A relação C/N média encontrada nos tratamentos no início do experimento foi aproximadamente 6/1, muito inferior a 30/1, valor considerado ótimo para o início do processo (Pereira Neto, J. T. 2004; Kiehl, E.J. 1998). O lodo pesquisado é um resíduo rico em nitrogênio, apresentando relação C/N inferior a 6/1, necessita, portanto de um resíduo complementar rico em carbono e pobre em nitrogênio, para que a mistura, criteriosamente determinada, apresente relação em torno de 20 a 30 (Fernandes et al., 2003). Foi adicionado resíduo vegetal, no entanto, não foi suficiente para elevar a relação C/N para o nível ideal, preconizado pela literatura.

Não houve diferença significativa entre os tratamentos aos quarenta e cinco dias após a instalação do experimento.

O carbono, principal constituinte dos tecidos animais e vegetais, é liberado nos processos de decomposição aeróbia na forma de CO₂. A decomposição de 100g de celulose (contendo 40% de carbono), por exemplo,

dará entre 20 a 30 g de CO₂ e o restante será imobilizado nas células dos microrganismos. Portanto, quando a celulose, hemicelulose, amido e açúcares são decompostos por fungos e bactérias aeróbias, cerca de 50 a 80% do carbono é liberado na forma de CO₂ (Eira, A.F. 2004).

O tratamento T1 apresentou diferença significativa com relação aos outros dois tratamentos, com a maior biomassa microbiana aos quarenta e cinco dias, após a implantação do experimento (Figura 5). Também apresentou os maiores teores de nitrogênio e carbono, conforme Figuras 2 e 3 respectivamente. Segundo Eira (2004) o grau de liberação de CO₂ depende do conteúdo de nitrogênio do material em decomposição.



Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Figura 5. Biomassa microbiana (µg CO₂/g/h) dos tratamentos analisado ao longo de 45 dias.

Segundo Jardim et al. (1995) o tempo necessário para compostagem de resíduo orgânico está associado ao método empregado e as técnicas operacionais. A compostagem natural leva de sessenta a noventa dias para atingir a bioestabilização e de trinta a sessenta dias para humificação. No entanto, tem-se procurado acelerar a velocidade desse processo pela incorporação de insumos e, mais recentemente, de inoculantes para compostagem. Há produtos no comércio que propalam estabilizar a matéria orgânica em períodos que variam de três a quarenta e cinco dias.

Para ocorrer a biodegradação de restos orgânicos de composição muito complexa é necessário um sinergismo microbiano em cadeia, colocando em ação uma comunidade microbiana como um todo (Eira, 2004). Os inoculantes artificiais não conseguem manter uma diversidade de microrganismos tal como a encontrada no ambiente natural. Por ser a humificação um processo complexo, torna-se demorado, portanto, com os métodos atuais é impossível ser completado em prazos relativamente curtos, como os que vêm sendo propalados no comércio.

O acompanhamento do processo de compostagem por um período de quarenta e cinco dias evidenciou a insuficiência para estabilização do resíduo nos três tratamentos avaliados.

CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

O tempo de experimentação e a adição de inoculantes não foram suficientes para a estabilização do resíduo. Entretanto, no período de quarenta e cinco dias observou-se que houve diferença significativa entre os tratamentos, para os parâmetros carbono e biomassa microbiana, indicando que os microrganismos do tratamento T1 interferiram no processo de decomposição durante o período analisado.

O composto produzido a partir de lodo industrial não representa, necessariamente, uma solução final para o problema do acúmulo de lixo orgânico em aterros e nem para a poluição do meio ambiente. Porém, poderá diminuir consideravelmente os efeitos negativos causados ao homem e ao meio ambiente, pelo descarte inadequado desse resíduo.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BIDONE, F.R.A. 1995. A vermicompostagem dos resíduos sólidos de curtiúme, brutos e previamente lixiviados, utilizando compostos de lixo orgânico urbano como substrato. Tese de Doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.
2. BRITO, L.M. 1997. Organic composts as soil amendments to agricultural land: quantitative studies on their effects on crop production. PhD Thesis. University of Reading. U.K.
3. EIRA, A.F. Uso de inoculantes na compostagem. In: Simpósio sobre compostagem “Ciência e Tecnologia”, 1, 2004. Anais Botucatu, I SICOM, 2004. Palestras Técnica. CD-ROM.
4. FERNANDES, F.; SILVA, S.M.C.P. DA.; BLOCH, M. de. F. M.; MANGIERI, L. A. L. & BATISTA, G. A. 2003 [Online]. Possibilidade de gestão integrada do lodo de esgoto produzido em varias estações de tratamento, com base no teor de metais pesados, nutrientes e volume de lodo produzido. Homepage: <http://www.saneamnetobasico.com.br/acervo>.
5. JARDIM, N.S. et al. 1995. Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), e Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE). 278p.
6. KIEHL, E.J. 1998. Manual de compostagem: manutenção e qualidade do composto, Piracicaba, Edmar José Kiehl, 171p.
7. PEREIRA NETO, J. T. 1990. Manual de compostagem processo de baixo custo. Belo horizonte, UNICEF. 55p.
8. PEREIRA NETO, J. T. Compostagem: fundamentos e métodos. In: SIMPÓSIO SOBRE COMPOSTAGEM “CIÊNCIA E TECNOLOGIA”, 1, 2004, Palestras Técnicas. Botucatu. I SICOM, 2004.
9. PEREIRA NETO, J.T. 1989. Conceitos modernos de compostagem. Engenharia Sanitária, 28:144–149.
10. SILVA, S. M. C. P. DA.; FERNANDES, F.; BASTOS, G. A.; MANGIERI, L. A. L.; BLOCH, M. de. F. M. 1998. Parâmetros e critérios para usinas de compostagem de baixo custo para lodo de esgoto, a partir de experimento piloto. Sanare, 10:47-561.