

*Inovação e Sustentabilidade sob a Ótica da
Economia Ecológica. VITÓRIA/ES, 17 A 21 DE SETEMBRO DE 2013.
Hotel Vitória Grand Hall*

**X ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA
DE ECONOMIA ECOLÓGICA**



X ENCONTRO DA ECOECO

Setembro de 2013

Vitória - ES - Brasil

**AVALIAÇÃO DE MACRONUTRIENTES ENCONTRADOS NOS PRODUTOS FINAIS DA
DIGESTÃO ANAERÓBIA E AERÓBIA REALIZADA NO CAMPUS DA MARAMATA – ILHEUS/BA**

Olandia Ferreira Lopes (UESC/PRODEMA/IFBA) - olandialopes@yahoo.com.br

*Engenheira Ambiental com especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho e mestranda em
Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente*

Arise Natiana Araújo Teotônio (UESC/PRODEMA) - arise_natiana@hotmail.com

*Graduada em Ciências Contábeis, especializando-se em Controladoria e Finanças e mestranda em Desenvolvimento
Regional e Meio Ambiente*

Leonardo Dias Nascimento (UESC/PRODEMA) - ldn_83@hotmail.com

Gestor Ambiental

Raildo Mota de Jesus (UESC/PRODEMA) - rmota@uesc.br

Professor Doutor

Felizardo Adenilson Rocha (IFBA) - felizardoar@hotmail.com

Professor Doutor

Joseane Oliveira da Silva (IFBA) *Professora Doutora*

AVALIAÇÃO DE MACRONUTRIENTES ENCONTRADOS NOS PRODUTOS FINAIS DA DIGESTÃO ANAERÓBIA E AERÓBIA REALIZADA NO CAMPUS DA MARAMATA – ILHEUS/BA

Seção: Cidades sustentáveis.

Subseção: Resíduos sólidos, Reciclagem e o Estatuto da Cidade.

RESUMO

A presente pesquisa teve como finalidade realizar a avaliação preliminar de macronutrientes presentes no composto orgânico advindo do processo de digestão aeróbia e a lama estabilizada proveniente da digestão anaeróbia, notificando qual apresentou características nutricionais mais adequadas para aplicação nos solos, tendo como referência a legislação vigente. O tipo de pesquisa empregado referiu-se a experimental. Em relação à amostra adotada para o respectivo estudo tratou-se da não-probabilística, enquanto as técnicas de pesquisa selecionadas consistiram da observação *in loco*, análises químicas dos produtos finais, bem como desenvolvimento de um sistema piloto de reator anaeróbio e montagem de uma composteira com coletor de chorume. Notou-se que a lama estabilizada obtida pelo processo de digestão anaeróbia apresentou teor nutricional superior quando comparado com o composto orgânico, entretanto nenhuma assumiu valores mínimos estabelecidos pela legislação vigente, constatando assim que não podem ser comercializados. Portanto, notificou-se a necessidade de realizar estudos mais detalhados sobre a temática, na qual sugere a realização de pesquisas que contemple a realização de análises físico-químicas no início do processo de digestão, a fim de auxiliar no balanceamento da concentração de nutrientes.

Palavras-chave: macronutrientes; biodigestor; decomposição; composto orgânico; resíduos.

ABSTRACT

The research aimed to compare the macronutrients, which are presents in the organic compound that has occurred in the aerobic digestion process and the stabilized mud originated from the anaerobic digestion. Thus, it was notified what kind of digestion brought more suitable nutritional characteristics to be applied on the soils, using as reference the legislation in vigor. The sort of research, that was made, was experimental, making use of the comparative method. In relation to the selected criterion for the respective research was the nonprobabilistic sampling. Meanwhile the chosen techniques consisted *in loco* observation, chemical analyzes from final products, as well as the development of a pilot system of an anaerobic reactor and the assembling of a compound container with *chorume* collector. It was noticed that the stabilized mud presented a higher nutritional content when compared to the organic compound. However, none of them has got a minimum price set by the legislation in vigor, and then it was certified that they cannot be commercialized. Therefore, it was identified the need to realize more detailed researches about this thematic. It is suggested more investments in scientific investigations, which contemplate physical-chemical analyses in the beginning of the digestion process, in order to help the balance of nutrients concentration.

Keywords: macronutrients; digester; decomposition; organic compound; waste.

1. INTRODUÇÃO

A poluição por resíduos sólidos consiste em um dos maiores problemas sanitários no Mundo e principalmente em países subdesenvolvidos como o Brasil. Vale citar que a disposição incorreta pode ocasionar. Este problema está relacionando especialmente a disposição final inadequada do lixo, o que compromete o meio biótico, abiótico, bem como a saúde da população. Além disso, a produção elevada e incorreta disposição estão levando a saturação de aterros sanitários e causando sérios impactos ambientais negativos, inclusive de saúde pública (MATIAS; COSTA, 2012; PEREIRA NETO, 1999).

Neste sentido, a composição predominante dos resíduos sólidos gerados nos municípios brasileiros é orgânica, representando aproximadamente 55%. Entretanto, a matéria orgânica quando disposta sem tratamento causa inúmeros impactos ambientais ao meio físico e biótico (COSTA, 2012; DUTRA et al., 2006).

Diante dessa realidade, a compostagem ou digestão da fração orgânica pode ser apontada como parte integrante do gerenciamento dos resíduos sólidos

urbanos, principalmente pelos benefícios ambientais, sociais e econômicos relacionados a esta atividade.

Para Lima (2004), a compostagem é o ato ou ação de transformar os resíduos orgânicos, através de processos físicos, químicos e biológicos, em uma matéria biogênica mais estável e resistente a ação das espécies consumidoras.

Sendo assim, a compostagem pode ser efetuada por meio da digestão aeróbia ou anaeróbia, sendo diferenciada em função da presença ou ausência de oxigênio. A aeróbia é caracterizada pela decomposição através de microrganismos que só vivem na presença de oxigênio, ocorrendo constantemente reações de oxidação. Enquanto a anaeróbia é caracterizada pela decomposição por meio de microrganismos que podem viver em ambientes na ausência de oxigênio, destacando-se as reações de redução (DUTRA et al., 2006).

O produto final da digestão aeróbia constitui no composto orgânico, que normalmente apresenta características que melhoram as propriedades do solo. Enquanto a digestão anaeróbia possui como subprodutos, o biogás que constitui uma fonte de energia alternativa, bem como a lama estabilizada ou lodo que pode ser incorporada aos solos. É importante mencionar que a qualidade de um composto não é decorrência somente do tipo de resíduo, como também dos processos utilizados no preparo.

O objetivo deste trabalho foi realizar um estudo preliminar sobre a avaliação dos macronutrientes (nitrogênio, fósforo e potássio) encontrados nos produtos finais da digestão anaeróbia e aeróbia realizada no Campus da Fundação Universidade Livre do Mar e da Mata - MARAMATA, a fim de notificar qual apresenta características nutricionais (nitrogênio, fósforo e potássio) mais adequadas para aplicação no solo, tendo como referência a legislação vigente.

2. METODOLOGIA

2.1.. AREA DE ESTUDO

A presente pesquisa foi realizada na Fundação Universidade Livre do Mar e da Mata - MARAMATA instituição municipal descentralizada voltada para execução de projetos ambientais, tendo a atuação marcada por ações de educação

ambiental no município de Ilhéus. O campus da Maramata localiza-se na Zona Sul da cidade de Ilhéus, especificamente no bairro Pontal, nas coordenadas geográficas 49735.65 m L e 8362825.48 m S, pelo Universo Transversal de Mercator – UTM, na zona 24 S, Datum córrego alegre, sob altitude com ponto de visão 16,08 km, de acordo com a figura 01.



Figura 01: Localização da área de estudo (MARAMATA, Ilhéus-BA).

2.2. METODO DE PESQUISA, TÉCNICAS DE PESQUISA E PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

O tipo de pesquisa empregado referiu-se a experimental. Em relação à amostragem adotada para o respectivo estudo tratou-se da não-probabilística (MARCONI; LAKATOS, 2003).

Foram utilizados instrumentos de coletas de informação primárias e secundárias sendo que as fontes primárias subsidiaram a realização de inferências a respeito do objeto pesquisado.

Para o desenvolvimento desta pesquisa foram adotadas as seguintes técnicas: realização de levantamento de dados bibliográficos referentes à digestão aeróbia e anaeróbia, com o intuito de obter embasamento teórico para executar os procedimentos práticos, na qual constituiu em dados secundários.

Uma das técnicas de pesquisa escolhida para a execução deste estudo baseou-se na observação “*in loco*”, importante fator quando se trata de pesquisa experimental. Outra técnica consistiu da utilização da foto-documentação por meio de registro fotográfico, a fim de realizar o acompanhamento da pesquisa.

2.2.1. Matéria-Prima utilizada no processo de compostagem ou digestão.

Os resíduos sólidos utilizados para ambos os tipos de digestão foi de origem domiciliar, envolvendo resíduos de procedência vegetal e animal, sendo feito um balanceamento da concentração de nutrientes, especificamente a quantidade de carbono e nitrogênio. Dessa forma, houve um equilíbrio de disposição de matéria orgânica rica em carbono (matéria seca) e em nitrogênio (matéria úmida), levando em consideração que a concentração de nutrientes influencia no andamento do processo de degradação. Esses resíduos sólidos foram coletados da Fundação Maramata e da residência de alguns funcionários.

Dessa forma, foram inseridas nas composteiras camadas de resíduos com composição diferenciada, visando atender a concentração de nutrientes necessários a decomposição. A primeira camada foi constituída por matéria

orgânica úmida, especificamente restos de alimentos de origem vegetais cozidos e crus. Na segunda camada foram inseridas folhas de plantas ornamentais verdes (rica em nitrogênio) e na terceira camada colocou folhas de plantas ornamentais secas (rica em carbono), repetindo-se as ordens das camadas até atingir um nível de material satisfatório. Entretanto, não foram adicionados resíduos com composição de origem animal no processo de digestão aeróbia, com a finalidade de evitar a atração de moscas e ratos para área de estudo.

Enquanto no reator anaeróbio foram inseridos também resíduos com composição similar ao disposto no biodigestor aeróbio. Porém, primeiro colocou-se 2 (dois) litros de água no vaso de vidro (reator), logo em seguida fez a disposição dos resíduos de origem animal e vegetal. Depois para acelerar a degradação foi inoculado 65 mL de lama de esterco de animais (tais como: tartaruga, galinha e gado) em processo de decomposição avançado, (lodo leve), proveniente de outro reator anaeróbio, com o objetivo de promover o início do processo de geração de biogás e ativar a decomposição orgânica.

Por fim, os resíduos dispostos no sistema de composteira e no reator anaeróbio foram inseridos em um único momento, pois o reator não pôde ser aberto, após ter iniciado o processo em virtude da entrada de gás.

Vale mencionar que os procedimentos realizados em ambos os processos de digestão foram realizados de forma similares, tendo em vista que este estudo tratou-se de um comparativo desses métodos.

2.2.2. Processo de Operação e Controle

2.2.2.1. Montagem da composteira

As composteiras foram montadas através do auxílio de 02 (duas) bacias plásticas de tamanhos diferenciados. A menor foi empregada como composteira, onde os resíduos foram dispostos para decomposição, entretanto efetuaram furos para passagem do chorume, a fim de evitar problemas de anaerobiose. Enquanto, a outra bacia de dimensão maior destinou-se como local para captação de chorume oriundo do processo de decomposição da matéria orgânica, procedente da bacia menor. Entre essas bacias colocou-se um suporte para que a composteira não

ficasse encostado no coletor do líquido liberado na decomposição, o que poderia inviabilizar o processo. Nesse sistema houve o controle da temperatura e umidade, havendo uma maior aeração do material.



Figura 02: Composteira com os furos efetuados para passagem do chorume.



Figura 03: Composteira e coletor de chorume.

2.2.2.2. Monitoramento dos experimentos da composteira

Houve o monitoramento da temperatura das composteiras, a fim de constatar o andamento do processo de decomposição e verificar se a temperatura foi suficiente para eliminar os patógenos e possíveis sementes. Dessa forma, ocorreu a aferição da temperatura a cada 05 (cinco) dias, com o auxílio de um termômetro específico de haste de 14,6 cm, onde foi introduzido no centro da composteira para a medição da temperatura, além disso, foi medida a temperatura ambiente. Para isso, foi criada uma planilha para acompanhamento semanal da temperatura com dados como temperatura no interior da composteira, temperatura ambiente, dentre outros. A partir desses dados foram criados gráficos em função da temperatura x dias, mostrando o comportamento e perfil deste tipo de compostagem ou digestão. Vale salientar que a temperatura foi aferida durante todo o processo antes do revolvimento do material.

Em relação à aeração, houve periodicamente a remobilização do material com subsídio de uma colher de pedreiro e uma pá de lixo de cabo curto com um horizonte de tempo 05 (dias). Quando houve a percepção de que as umidades dos materiais estão muitos secos houve a inserção de água.

Analizou-se e acompanhou-se o período de tempo para realizar a compostagem aeróbia e a anaeróbia, havendo a comparação dessa variável.

2.2.2.3 Montagem do Reator Anaeróbio

Os reatores anaeróbios consistiram em um espaço para disposição dos resíduos para posterior decomposição em sistema fechado (pote de vidro) e um testemunho da geração de biogás (garrafa pet). Dessa forma, utilizou-se um pote de vidro de 3 (três) litros com tamanho aproximado de 20 cm de diâmetro X 25 de altura para disposição do material orgânico, conforme figura 05. Na tampa deste dispositivo foi feito um orifício, no qual foi inserida uma mangueira de nível e posteriormente houve a vedação com bisnaga de silicone para que não houvesse a introdução de ar.

Sendo assim, essa mangueira foi introduzida na garrafa de pet de 02 (dois) litros, com o intuito de servir de testemunho da produção de biogás, através do monitoramento do surgimento de bolhas no processo de geração deste gás. Além disso, foi possível inferir a respeito da estabilização do material, pois quando paralisou a formação de bolhas houve o indicativo de que não tinha mais material para proceder à decomposição.



Figura 04: Reatores anaeróbios confeccionados.

3.7.2.4. Monitoramento dos Experimentos do Reator Anaeróbio

Foi feito o acompanhamento sistemático do perfil de distribuição de resíduos nas câmaras internas do reator através da observação “*in loco*” para verificar as características estéticas da lama estabilizada.

Ocasionalmente agitou-se o reator anaeróbio para que ocorresse a homogeneização do material e verificação da formação de bolhas, na qual foi feito o registro fotográfico. Vale salientar que houve o acompanhamento do processo de digestão anaeróbia através do registro fotográfico a fim de criar a foto-documentação do processo de decomposição.

2.3. Análises químicas dos compostos

As amostras foram coletadas após o término da fase de maturação de ambas as digestões, onde os materiais para as análises foram inseridos em recipientes estéreis.

Sendo assim, coletou-se 300 g de lama estabilizada, no qual houve a homogeneização do material, posteriormente foram identificadas e encaminhadas para o Laboratório de Solos e Fertilizantes do Centro de Pesquisa da Lavoura Cacaueira – CEPLAC.

No momento da coletas teve-se o cuidado de retirar porções do material em diversos pontos do monte ou leira do produto, quarteando até obter o volume pretendido. Depois colocou em embalagem de plástico limpo e estéril, embalar bem a amostra para evitar perda de umidade. Posteriormente enviou para o laboratório o mais rápido possível. Vale citar que este método trata-se da coleta para análise dos macronutrientes (N, P, K), objeto desta pesquisa (IMA, 2007). As amostras foram identificadas adequadamente e enviadas ao laboratório para às devidas análises.

Os parâmetros analisados dos produtos finais (lama estabilizada e composto orgânico) envolveram análises como nitrogênio, fósforo e potássio. O método que foi empregado baseou-se nos métodos oficiais para análises de corretivos e fertilizantes do Laboratório Nacional de Defesa Vegetal, no qual é vinculado a Secretaria Nacional de Defesa Vegetal - LANARV. Além disso, os laudos técnicos das respectivas análises foram convertidos em tabelas.

3. RESULTADOS PARCIAIS

3.1. MONITORAMENTO DA TEMPERATURA DA COMPOSTEIRA

A variável temperatura é importante devido à capacidade de demonstrar a eficiência do processo de decomposição da matéria orgânica, podendo evidenciar as fases da compostagem.

A figura 06 demonstra o comportamento da temperatura nos dois ensaios da digestão aeróbia por meio da utilização da composteira com o coletor de chorume. Notou-se que em ambos os ensaios os valores da temperatura no centro da composteira foram similares. A média mostra que houve uma oscilação insignificante entre as duas amostras.

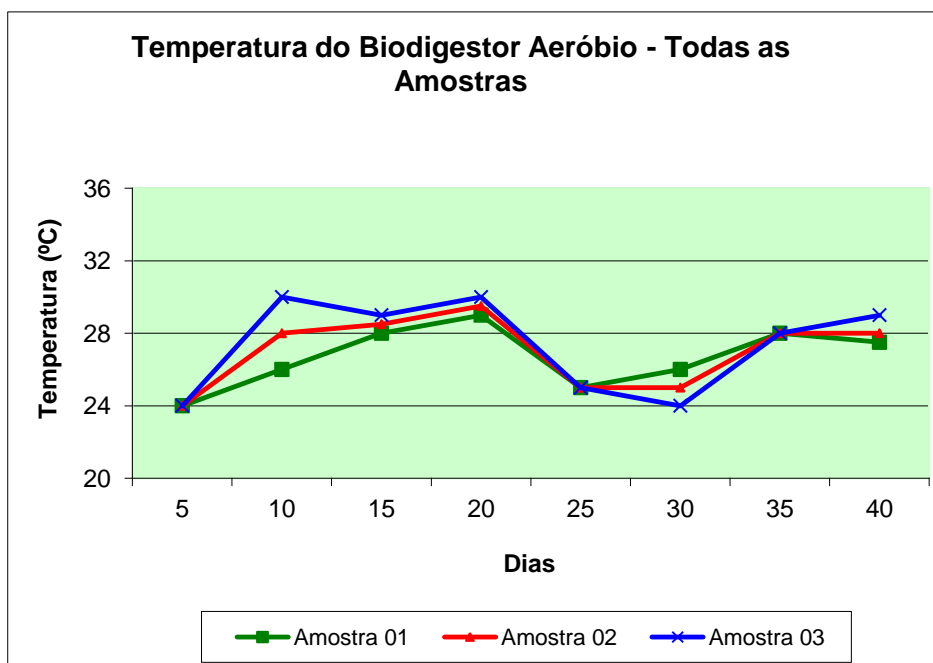


Figura 05: Comportamento da temperatura nos dois ensaios da digestão aeróbia e média da temperatura dos valores do centro das composteiras.

Observou-se que nos primeiros dias (05 dias) do processo de decomposição, a temperatura teve característica mais amena (24 °C), a partir do momento que a matéria orgânica atingiu os 10 dias de decomposição, a temperatura assumiu valores maiores, atingindo 30° C, caracterizando a fase termofílica. Em seguida notou-se que a temperatura começou a diminuir, até alcançar temperaturas mais constantes, atingindo no final do processo uma temperatura de aproximadamente 27°C, o que caracterizou a fase de maturação ou cura do composto (MELLONI et al, 1998).

Entretanto, observou-se que a temperatura média dos ensaios realizados nas composteiras, bem como as amostras não apresentaram valores elevados, condição importante no preparo de um composto orgânico. Normalmente em estudos efetuados pelo método de pilhas, é comum apresentar temperatura de aproximadamente 50° C, o que auxilia na eliminação de patógenos. Os valores baixos de temperatura no processo de compostagem podem estar relacionados a fatores como, umidade insuficiente (sistema controlado de umidade devido aos furos na composteira para passagem do chorume), deficiência de nutrientes, em virtude do uso apenas de resíduos de origem vegetal e dificuldade de incidência da

radiação solar por ter sido realizado no almoxarifado da Maramata. Vale mencionar que na técnica em pilhas implementados em outros estudos os resíduos ficam mais expostos aos fatores exógenos como radiação solar, precipitação, umidade, dentre outros, o que pode contribuir com temperaturas mais elevadas (BRAGA et. al, 2005; TEIXEIRA et. al, 2004; PAZ et. al, 2003).

Um aspecto que merece atenção refere-se aos valores baixos de temperatura constatados no monitoramento da compostagem, no qual é um aspecto preocupante, pois a temperatura não pode ter sido suficiente para causar a eliminação dos patógenos (CASSINI, 2003).

Deste modo, sugere-se que nos próximos estudos sejam utilizados maravalha, para que haja a melhoria da concentração de nutrientes nos resíduos dispostos para serem decompostos, bem como realização de análises físico-químicas dos materiais antes de iniciar o processo de decomposição, para que tenha uma relação C:N eficiente.

3.2. CARACTERÍSTICAS DOS PRODUTOS FINAIS

Notou-se que o composto orgânico advindo da digestão orgânica apresentou uma coloração marrom escura, com cheiro característico de solo.

Enquanto, a lama estabilizada apresentou coloração amarelada no final do processo, houve a migração para a parte inferior do frasco de vidro, indicando que tinha ocorrido a sedimentação. Notificou-se que a inserção do esterco em alta atividade advindo de outro reator proporcionou o início do processo de geração do biogás, na qual constatou que havia encerrado a decomposição quando estagnou a produção de biogás no reator.

Observou-se que nos primeiros meses (02 meses) houve uma maior atividade de geração de biogás, principalmente após a inserção do esterco em processo avançado de decomposição, já no terceiro mês a atividade de geração de biogás foi quase paralisado.

O composto orgânico levou aproximadamente 40 dias para ficar pronto para a realização das análises químicas, enquanto a lama atingiu cerca de 03 meses para se adquirir estabilidade.

3.3. ANÁLISE DOS MACRONUTRIENTES DOS PRODUTOS FINAIS

Foi realizada a análise dos macronutrientes presentes no composto orgânico e na lama estabilizada, com o intuito de verificar o qual apresenta teor mais elevado de nutrientes.

A tabela 01 apresenta as análises químicas realizadas para ambos os tipos de digestão orgânica. Os resultados obtidos demonstram que o teor nutricional da lama estabilizada proveniente do reator anaeróbico assumiu valores superiores tanto para Nitrogênio, como Potássio e Fósforo, quando comparado com os dados obtidos para o composto orgânico decorrente da digestão aeróbia. Esse aspecto pode ser relacionado à deposição de materiais de origem animal no reator anaeróbico, o que não ocorreu na composteira para não atrair moscas e não gerar odor indesejável.

Outro fato que pode ter favorecido a presença de maiores teores de nutrientes na lama estabilizada referiu-se a inserção de 65 mL de esterco em processo avançado de degradação no reator anaeróbico. Com isso houve uma diversidade de resíduos no processo anaeróbico (associação de resíduos de origem animal e vegetal), o que pode ter favorecido a relação C:N ou concentração de nutrientes. Entretanto, no método de digestão orgânica foi utilizado um material com uma composição mais vegetal, o que pode evidenciar valores inferiores no composto orgânico.

Tabela 01: Macronutrientes presente na lama estabilizada e composto orgânico obtido por meio de análises químicas.

Produtos finais			N (total) %	P ₂ O ₅ (total) %	K ₂ O %
Biofertilizante	ou	composto orgânico	0,10	0,11	0,02
Lama estabilizada			0,60	0,53	0,12

Dessa forma, constatou-se que a lama estabilizada possui características nutricionais mais adequadas para aplicação no solo, em virtude de teores de

nutrientes maiores. Enquanto o composto orgânico apresentou baixas concentrações de nutrientes.

Nesse sentido, a Instrução Normativa Nº 23, de 31 de agosto de 2006, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento define para os valores de macronutrientes primários (N, P, K) ou soma destes (NP, NK, PK ou NPK) 10%, portanto, constatou-se que ambos os produtos (lama estabilizada e composto orgânico) não podem ser comercializados, pois nenhum dos produtos assumiu valor igual ou superior ao definido no referido instrumento legal.

Estes resultados serviram para constatar, com base nos parâmetros avaliados, que os processos realizados de digestão aeróbia e anaeróbia necessitam ser realizado com uma diversificação maior da concentração de nutrientes, sendo importante a realização de análises químicas para facilitar o balanceamento adequado da relação C:N antes de iniciar o processo de decomposição.

Apesar do composto orgânico e a lama estabilizada não atenderem os valores estabelecidos pela legislação vigente quanto aos macronutrientes, constituem em um substrato que pode ser empregado na recuperação de áreas degradadas, uso em hortas, dentre outros; servindo de fonte de nutrientes para o solo e plantas.

4. CONSIDERAÇÕES PARCIAIS

Constatou-se que o comportamento da temperatura durante o processo de compostagem, para todas as composteiras monitoradas, foi o esperado e relatado em bibliografias sobre compostagem, entretanto não houve temperaturas elevadas como em pesquisas de compostagem pelo método das pilhas. Na primeira fase do estudo (degradação ativa) a temperatura assumiu valores termofílicos, contudo em virtude de baixas temperaturas pode não ter sido considerado um mecanismo eficiente na eliminação de microorganismos patogênicos. Após uns 30 dias de compostagem as temperaturas reduziram a valores mesófilicos, caracterizando o início da fase de maturação.

Inferiu-se que a lama estabilizada produzida no processo de digestão anaeróbio apresentou valores de N P, K mais elevados. Enquanto o composto

orgânico gerado por meio da digestão aeróbia apresentou baixas concentrações dos macronutrientes referidos.

Porém, pode-se utilizar o composto orgânico e a lama estabilizada para múltiplos usos, tais como: reflorestamento, recuperação de áreas degradadas, cultivos de plantas ornamentais, projetos paisagísticos como parques e jardins, selagem de aterros sanitários, contenção de erosão em encostas e outros.

Inferiu-se que é necessária a realização de estudos mais detalhados sobre o teor nutricional dos dois processos de digestão orgânica através da realização de análises físico-químicas no início e no final da compostagem, com a finalidade de balancear de forma adequada à relação de carbono/nitrogênio, bem como promover uma diversificação dos resíduos (associação de materiais de origem animal e vegetal) para a decomposição orgânica.

5. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BRAGA, Benedito. **Introdução a Engenharia Ambiental**. 2 ed. São Paulo: Prentice Hal, 2005.311p.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Instrução Normativa n. 23, de 31 de Agosto de 2005**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, 08 de abril. 2013. Seção 1, p.12.

CASSINI, Sergio Túlio. Digestão de resíduos sólidos orgânicos e aproveitamento de biogás. 1 ed. Rio de Janeiro: ABES, Rima 2003. Projeto Prosab. 108p.

COSTA, Leonardo Estefanini et al. **Gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos domiciliares e perfil socioeconômico, Salinas – MINAS Gerais**. 2012. Revista Ibero-americana de Ciência Ambiental, Aquidabã. v. 3, n2 p. 73-90 ISSN 2179-6858.

DUTRA, Breno. et.al. **Desenvolvimento de um modelo de Compostagem como instrumento de reciclagem de resíduos orgânicos na Moradia Estudantil da Unicamp**. Campinas: Departamento de Ciências Biológicas, 2006. Disponível em: <www.cori.unicamp.br/jornadas/completos/UNICAMP/brunormdutra.doc>. . Acesso em: 02 fev.2007.

LIMA, Luiz Mário Queiroz. Lixo: **Tratamento e Biorremediação**. 3 ed. Húmus. 2004. 260 p.

MARCONI, Eva Marina & LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5 ed. São Paulo: Atlas. 2003. P.108.
MATIAS, D. N., COSTA, W. **Estudo químico de alguns pontos do solo superficial do aterro controlado do Botuquara**. *Âmbiência* Guarapuava – PR. v.8 n.1 p. 85 – 99, 2012.

MELLONI et al. **Manual de Compostagem de Resíduos Orgânicos Domésticos**. Boletim Técnico. Lavras - Universidade Federal de Lavras, 1998.

MINAS GERAIS, INSTITUTO MINEIRO DE AGROPECUARIA – IMA. **Análise de Fertilizantes e Corretivos**. 2007. Disponível em: http://www.ima.mg.gov.br/site_ima/laboratorios/quimica_agropecuaria/quimica_agropecuaria3.htm

HENRIQUES, Rachel Martins. **Aproveitamento Energético dos Resíduos Sólidos**: uma abordagem tecnológica. 2004. 204 f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético). Rio de Janeiro. Universidade Federal do Rio de Janeiro – COPPE. Luiz Pinguelli Rosa.

PAZ V. UMBIDES, H.M.; PINTO, M.I>S. al. Tratamiento de los residuos urbanos em Santiago del Estero (Argentina): uma experiência piloto, 2003

PEREIRA NETO, J.T. **Manual de compostagem processo de baixo custo**. Belo Horizonte UNICEF, 1996. 56p.

TEIXEIRA, Leopoldo Brito et.al. **Composição Química de Composto de Lixo Orgânico Urbano de Barcarena**. Set, 2002. Belém: Embrapa. Disponível em: <<http://www.cpatu.embrapa.br/online/comunicado/com.tec.71.pdf>>. Acesso em: 14 mar. 2007.