

III-134 - AVALIAÇÃO DE SISTEMA DE TRATAMENTO AERÓBIO DESCENTRALIZADO MÓVEL DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS DOMICILIARES NO BAIRRO MALVINAS, CAMPINA GRANDE-PB

Cristiane Ribeiro do Nascimento

Graduada em Ecologia/UFPB. Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental/UEPB.
cristianeribeiro.ufpb@gmail.com.

Monica Maria Pereira da Silva ⁽¹⁾

Graduada em Ciências Biológicas/UEPB; Especialista em Educação Ambiental; Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente/UFPB; Doutora em Recursos Naturais/UFCG. monicaea@terra.com.br. (Coordenadora projeto/Universal 14/2011 – Faixa B).

Elaine Cristina dos Santos Araújo

Graduada em Ciências Biológicas/UEPB. Mestranda em Ciência e Tecnologia Ambiental/UEPB.
crys_lainne@yahoo.com.br

Mariane Patrício Costa

Graduada em Ciências Biológicas/UEPB. Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental/UEPB. Doutoranda em Recursos Naturais/UFCG. mariane.patricio@hotmail.com.

Adriana Veríssimo da Silva

Graduada em Ciências Biológicas/UEPB. verissimo-pb@hotmail.com.

RESUMO

A disposição imprópria de resíduos sólidos, em especial, os orgânicos sem tratamento é alvo de preocupação de vários segmentos sociais, porém, ainda não consta da agenda dos gestores públicos brasileiros. Estes resíduos ao serem lançados no meio ambiente sem tratamento prévio constituem fonte de poluição e de contaminação, devido a sua composição química, física e biológica. O alto percentual de matéria orgânica e de umidade, somada ao número de organismos patogênicos justificam os impactos negativos desencadeados à saúde ambiental e humana. No entanto, ao serem separados e submetidos a tratamento aeróbio, podem ser transformados em composto orgânico com características agrônômicas favoráveis ao cultivo de hortaliças e de plantas medicinais. O presente trabalho objetivou avaliar a viabilidade do tratamento aeróbio de resíduos sólidos orgânicos domiciliares gerados no bairro Malvinas, em Campina Grande-PB, a partir do desenvolvimento de três modelos de composteiras móveis na perspectiva de diminuição dos riscos de contaminação para os catadores de materiais recicláveis e para o meio ambiente. O trabalho foi realizado no período de junho de 2013 a junho de 2015. Os resíduos orgânicos domiciliares foram coletados em diferentes residências do bairro Malvinas, Campina Grande-PB. O delineamento experimental consistiu de três tratamentos com três repetições, totalizando nove composteiras. Estas possuem configuração retangular e quadrada, e foram produzidas em concreto, em alumínio e em aço inoxidável. Cada composteira foi alimentada com 30 kg de substrato nas seguintes concentrações: 80% de resíduos orgânicos domiciliares, 3% de resíduos florísticos, 7% de folhas e 10% de rejeitos. A implantação do sistema de tratamento descentralizado móvel de resíduos sólidos orgânicos domiciliares por compostagem no bairro Malvinas, mostrou-se viável nos aspectos relativos à estabilização, higienização e à participação efetiva das famílias que selecionaram e repassaram os resíduos produzidos, diminuindo a quantidade de resíduos encaminhada ao aterro sanitário. Portanto, confirmou-se a viabilidade do tratamento aeróbio de resíduos sólidos orgânicos domiciliares gerados no bairro Malvinas, em Campina Grande-PB, a partir dos três modelos de composteiras testados, por favorecer a estabilização e higienização dos resíduos orgânicos, diminuindo os riscos de contaminação para os catadores de materiais recicláveis e para o meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Compostagem, sistema descentralizado móvel, tratamento

INTRODUÇÃO

A disposição imprópria de resíduos sólidos, em especial, os orgânicos sem tratamento é alvo de preocupação de vários segmentos sociais, porém, ainda não consta da agenda dos gestores públicos brasileiros.

Os resíduos sólidos orgânicos ao serem lançados no meio ambiente sem tratamento prévio constituem fonte de poluição e de contaminação, devido a sua composição química, física e biológica. O alto percentual de matéria orgânica e de umidade, somada ao número de organismos patogênicos justificam os impactos negativos desencadeados à saúde ambiental e humana.

No trabalho realizado por Silva et al. (2013) no bairro Santa Rosa, em Campina Grande, do total de 24 amostras examinadas, a média de prevalência de ovos helmintos em resíduos sólidos orgânicos domiciliares foi de 0,89 ovos/gST. Em trabalho aplicado no bairro Malvinas, nesta mesma cidade, Silva (2015) e Nascimento (2015) identificaram a média de 1,9 ovos/gST do total de 36 amostras pesquisadas.

Este tipo de contaminação de acordo com Silva (2015) e Silva (2008) pode está relacionada ao uso de esgoto não tratado na irrigação das hortaliças e frutas, bem como a ausência ou lavagem inadequada das mesmas antes do acondicionamento nas residências ou mesmo no momento da preparação dos alimentos.

Os resíduos sólidos orgânicos quando não são tratados e destinados de forma apropriada provocam impactos negativos físicos, químicos e biológicos (FERREIRA; ANJOS, 2001) ou mesmo problemas de ordem ambiental e social (CALIJURI et al., 2007; ALMEIDA; ANTUNES; MOTA, 2009) e de saúde pública (MATOS; CARVALHO; AZEVEDO, 2008; SHARHOLY et al., 2008), além de inviabilizar o processo de catação e reaproveitamento efetuado pelos catadores de materiais recicláveis; constituindo entrave à sustentabilidade territorial, preconizada para o século XXI.

Há prejuízos expressivos sobre o exercício profissional de catadores de materiais recicláveis, haja vista que os resíduos sólidos recicláveis secos misturados aos orgânicos (úmidos) perdem significativamente o seu potencial econômico.

A falta de separação dos resíduos sólidos orgânicos na fonte compreende risco de contaminação para os catadores de materiais recicláveis e aos demais profissionais que lidam direta e indiretamente com resíduos sólidos. No entanto, ao serem separados e submetidos a tratamento aeróbio, podem ser transformados em composto orgânico com características agrônomicas favoráveis ao cultivo de hortaliças e de plantas medicinais.

O tratamento dos resíduos sólidos orgânicos por meio de compostagem apresenta-se como uma alternativa viável e de baixo custo (TEIXEIRA *et al.*, 2002). A compostagem é o processo de decomposição aeróbio desenvolvido através de sistemas de leiras revolvidas, leiras estáticas, aeradas e sistema fechado ou acelerado (MASSUKADO, 2008). A compostagem pode ser realizada tanto em grande escala, incluindo os sistemas centralizados, como em pequenas escalas, compreendendo os sistemas descentralizados (SANTOS, 2007).

Entre as vantagens dos sistemas descentralizados, destaca-se o tratamento dos resíduos sólidos orgânicos próximo às fontes geradoras (MASSUKADO, 2008), maior eficiência no monitoramento do sistema, diminuição dos gastos com transporte e a possibilidade de aumento ou redução da capacidade de tratamento, em comparação com os sistemas centralizados (WAGNER; BELLOTTO, 2008).

Silva *et al.*, (2011) avaliaram a implantação de sistema descentralizado para tratamento de resíduos sólidos orgânicos no bairro de Santa Rosa, Campina Grande-PB, constatando que a tecnologia investigada compreendeu uma alternativa de tratamento eficiente, de baixo custo e de fácil operação.

O principal objetivo do presente trabalho foi avaliar a viabilidade do tratamento aeróbio de resíduos sólidos orgânicos domiciliares gerados no bairro Malvinas, em Campina Grande-PB, a partir do desenvolvimento de três modelos de composteiras móveis na perspectiva de diminuição dos riscos de contaminação para os catadores de materiais recicláveis e para o meio ambiente.

METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada de junho de 2013 a junho de 2015, no bairro Malvinas, Campina Grande-PB. A pesquisa se fundamentou na pesquisa experimental (MARCONI; LAKATOS, 1999) e participante (THIOLLENT, 2008).

Os princípios da pesquisa experimental embasaram o desenvolvimento e o monitoramento do sistema de tratamento dos resíduos sólidos orgânicos domiciliares gerados pelas famílias participantes da pesquisa.

A pesquisa participante fundamentou o processo de sensibilização, de formação e de mobilização das famílias e de líderes comunitários para a disponibilização de resíduos sólidos, desenvolvida com famílias que praticavam a coleta seletiva e repassavam os resíduos sólidos recicláveis secos aos catadores de materiais recicláveis vinculados à associação de catadores de materiais recicláveis da comunidade local.

Para a escolha dos domicílios participantes, realizou-se cadastramento de 63 famílias, selecionadas a partir de amostragem aleatória estratificada, de um total de 283 residências, que se dispusera a participar do estudo.

O sistema de tratamento descentralizado de resíduos sólidos orgânicos domiciliares foi instalado em área pertencente à Universidade Estadual da Paraíba.

O sistema foi avaliado a partir de três tratamentos com a mesma composição do substrato, compreendido de resíduos orgânicos domiciliares, folhas, flores e rejeitos, distinguindo-se, porém, em relação ao modelo de composteira conforme Quadro 1.

Quadro 1. Descrição das siglas adotadas para o tratamento aplicado aos resíduos sólidos orgânicos domiciliares e composição do substrato, Campina Grande-PB, 2015.

Sigla dos tratamentos	Composteiras	Dimensões	Substrato		Organização
			RSO	Estruturante	
CCR	Concreto retangular	0,30 m de largura, 0,50m de comprimento e 0,50 m de altura	80% de RSOD	7% de RFO, 3% de RFL e 10% de rejeito.	CCR1 CCR2 CCR3
CCQ	Concreto quadrada	0,50 m de largura, 0,50 m de comprimento e altura de 0,50 m, com redução de 0,25 m em uma das laterais de cada compartimento	80% de RSOD	7% de RFO, 3% de RFL e 10% de rejeito.	CCQ1 CCQ2 CCQ3
CAR	Aço inoxidável retangular	0,50 m de comprimento, 0,30 m de largura e altura de 0,50 m	80% de RSOD	7% de RFO, 3% de RFL e 10% de rejeito.	CAR1 CAR2 CAR3

RSOD- Resíduos sólidos orgânicos domiciliares; RFO- resíduos de folhas; RFL -Resíduos de flores; 1, 2, 3- Repetição do respectivo tratamento.

Fonte: Nascimento (2015)

A coleta dos resíduos para montagem do experimento aconteceu durante três semanas consecutivas e nos dias da coleta domiciliar pública municipal. Os resíduos sólidos orgânicos domiciliares coletados (80%) foram pesados e encaminhados para as respectivas composteiras, sendo adicionados 7% de resíduos de folhas, 3% de flores e 10% de rejeito.

Os parâmetros monitorados foram pH, teor de umidade e sólidos totais voláteis (STV). Para as análises destes parâmetros seguiram-se as recomendações propostas em APHA; AWA; WEF (2005). Para temperatura (°C), a frequência foi diária sempre no mesmo horário (09 horas) e o método utilizado foi a aferição por termômetro de mercúrio (Quadro 2).

Para os parâmetros teor de umidade (%), pH (unidade) e sólidos totais voláteis (%ST), a frequência foi semanal, com os métodos gravimétrico, potenciométrico e gravimétrico, respectivamente (Quadro 2). Para ovos de helmintos (ovos/gST), utilizou-se a amostra inicial e final e empregou-se o método de Meyer; Miller; Kaneshiro, (1978) com as modificações sugeridas por Silva *et al.*, (2008).

Quadro 2. Métodos e frequências de análise dos parâmetros físico, químicos e biológicos dos diferentes tratamentos, Campina Grande-PB, 2015.

Parâmetros	Frequência	Método utilizado
Temperatura (°C)	Diária	Aferição por Termômetro de mercúrio
Teor de Umidade (%)	Semanal	Gravimétrico
pH (unidade)		Potenciométrico
Sólidos Totais Voláteis-STV (%ST)		Gravimétrico
Ovos de helmintos (ovos/gST)	Amostra Inicial e Final	Meyer (1978) modificado

Fonte: Nascimento (2015)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados referentes às caracterizações química, física e sanitária dos resíduos orgânicos, expressam a gravidade do problema, em decorrência aos altos percentuais de sólidos totais voláteis (média=82,9%ST), teor de umidade (média=80,5%) e o número de ovos de helmintos (média=1,9 ovos/gST) encontrados nos resíduos avaliados.

Dentre os ovos de helmintos identificados nos três tipos de resíduos orgânicos avaliados, num total de 36 amostras, prevaleceram aqueles de *Ancylostoma* sp. (45%), seguido de *Ascaris lumbricoides* (28%), *Hymenolepis nana* (16%) e *Enterobius vermiculares* (11%). Todos de importância médica para a região estudada.

A contaminação dos resíduos analisados pode estar associada ao uso de insumos agrícolas sem o devido tratamento como fertilizantes de origem animal (BERTONCINI, 2008), e água contaminada por esgoto doméstico (MEHNERT, 2003), estes associados à higienização inadequada dos alimentos constituem fontes de contaminação por patógenos (BERTONCINI, 2008).

Os teores de umidade iniciais observados para o substrato tratado nas diferentes composteiras variaram de 71,73% a 72,53% (Figura 1). O acréscimo de 20% de estruturantes (folhas, resíduos florísticos e rejeito) não foi suficiente para reduzir os teores de umidade para os níveis indicados pela literatura, compreendida entre 50% a 60% (TEIXEIRA *et al.*, 2005; SANTOS; SANTOS, 2008). No entanto, os valores médios de umidade iniciais não constituíram barreira à ação dos organismos responsáveis pela degradação, uma vez que os sistemas estavam submetidos às condições ambientais naturais de radiação solar, o que levou a perda de umidade por evaporação da água presente no substrato, pois o sistema não contou com cobertura.

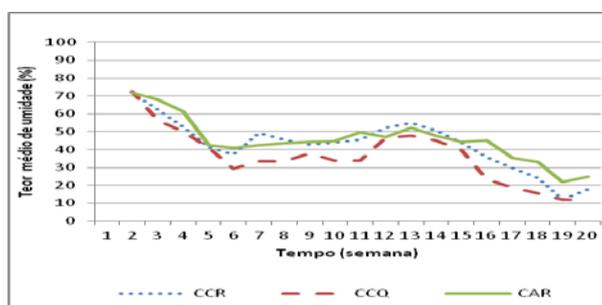


Figura 1. Valores médios semanais de umidade observados para os tratamentos de resíduos sólidos orgânicos domiciliares em SITRADERO móvel. Campina Grande- PB. Outubro de 2014 a fevereiro de 2015.

Ao final do processo de compostagem, os compostos apresentaram teores de umidade variando entre 17,86% e 24,66%. O composto resultante do tratamento realizado nas composteiras de concreto quadradas (CCQ) apresentou o menor percentual de umidade (11,6%), fato que se explica pela maior área de exposição das composteiras para a incidência da radiação solar. Nas Figuras 2, 3 e 4, observaram-se os níveis de temperatura médios (topo, centro e base) observados nas composteiras.

As temperaturas médias observadas, após completar 24 horas de montagem do experimento (41° a 48° C), caracterizam a fase termófila e demonstram o curto espaço de tempo requerido para que os organismos autóctones iniciassem a ação sobre o substrato.

Os valores mais elevados de temperaturas, durante a fase termófila, foram registrados no centro de cada pilha, exceto para o tratamento CCR, em que foram registradas temperaturas termófilas na base e no centro com duração de 48 horas. Os valores observados no centro do substrato foram mantidos em CCR durante oito dias e em CCQ e CAR por cinco e três dias, respectivamente. O tratamento CCR apresentou os maiores valores de temperatura (48 °C) e expressaram a fase termófila mais longa, justificada pela menor interferência da radiação solar sobre o material, quando comparado ao CCQ, uma vez que as composteiras utilizadas nesse tratamento não tiveram sua capacidade volumétrica totalmente ocupada com o substrato a ser tratado, provocando, com isso, um aumento da área de exposição do substrato à radiação solar, o que pode ter prejudicado a ação dos organismos termófilos.

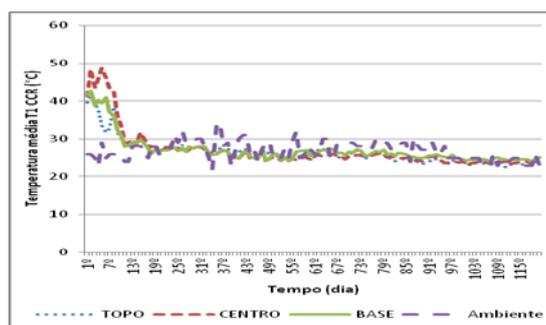


Figura 2. Valores médios diários de temperatura observados no tratamento 1 (CCR) de compostagem de resíduos sólidos orgânicos domiciliares. Campina Grande- PB. Outubro de 2014 a fevereiro de 2015.

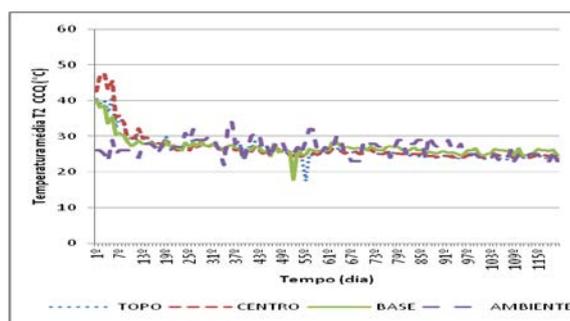


Figura 3. Valores médios diários de temperatura observados no tratamento 2 (CCQ) de compostagem de resíduos sólidos orgânicos domiciliares. Campina Grande- PB. Outubro de 2014 a fevereiro de 2015.

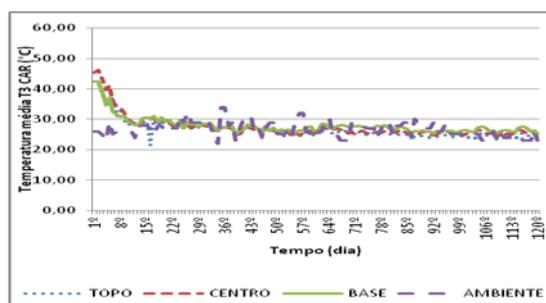


Figura 4. Valores médios diários de temperatura observados no tratamento 3 (CAR) de compostagem de resíduos sólidos orgânicos domiciliares. Campina Grande- PB. Outubro de 2014 a fevereiro de 2015.

As composteiras em concreto retangular (CCR), no entanto, apresentaram os melhores resultados para manutenção das temperaturas termófilas por um maior período de tempo (8 dias) e níveis mais altos (48 ° C).

Os níveis de temperatura alcançados pelos três modelos de composteiras colaboraram para o alcance dos objetivos da compostagem: estabilização e higienização.

Em todas as composteiras, no primeiro dia de compostagem foi observado pH ácido (4,7 a 4,9), característico do início do processo de compostagem, atingindo valores entre 8,4 a 8,5 ao final do processo, o que caracteriza o alcance dos objetivos esperados com a compostagem que é a formação de compostos com pH alcalino (Figura 5).

As variações observadas no pH são decorrentes da produção de ácidos orgânicos que tornam o meio mais ácido que se formam, reagem com bases liberadas da matéria orgânica, gerando compostos de reação alcalina.

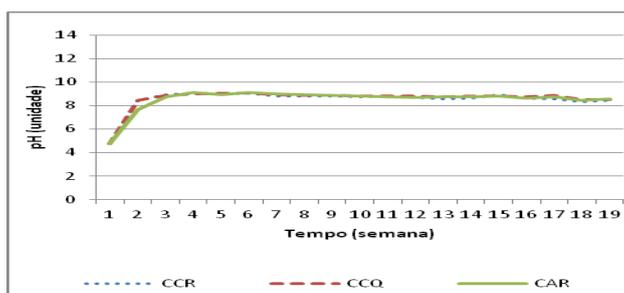


Figura 5. Valores médios semanais de pH observados para os tratamentos de resíduos sólidos orgânicos domiciliares em SITRADERO móvel. Campina Grande- PB. Outubro de 2014 a fevereiro de 2015.

Os valores de pH verificados no presente trabalho foram semelhantes aos obtidos por Silva et al. (2011) em compostagem com resíduos orgânicos domiciliares, variando de 4,2 a 5,03 e refletiram condições adequadas à ação dos organismos autóctones, fato evidenciado na fase de intensa atividade, cujos valores de pH variaram de 7,7 a 8,4.

Os sólidos voláteis correspondem à parte orgânica que é degradada durante a compostagem e transformada em matéria inorgânica que pode ser assimilada pelos vegetais. Os valores iniciais da concentração de sólidos totais voláteis (77,7% STV, 78,4 e 76,3 STV%, respectivamente) diminuíram gradativamente, atingindo valores médios (58 %STV, 57%STV e 55 %STV, respectivamente), conforme Figura 6.

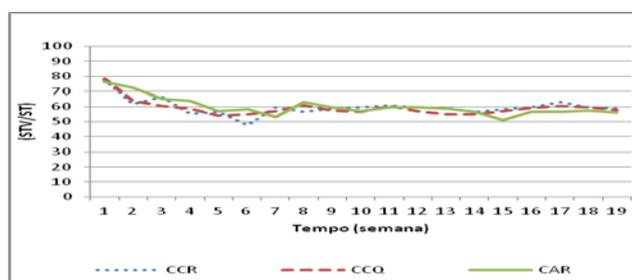


Figura 6. Valores médios de STV observados para os tratamentos de resíduos sólidos orgânicos domiciliares em SITRADERO móvel. Campina Grande- PB. Outubro de 2014 a fevereiro de 2015.

A aeração e a própria estrutura das composteiras, a não trituração do substrato, bem como, as condições ambientais naturais nas quais o experimento ocorreu, podem ter determinado o mínimo período de duração da fase termófila para todos os tratamentos, resultando em percentuais médios de sólidos totais voláteis de (CCR= 58 %; CCQ= 57%; CAR = 55 %) e estabilização em torno de 120 dias para todos os tratamentos.

Na Figura 7 é apresentado o sistema descentralizado móvel de compostagem objeto de avaliação neste trabalho.



Figura 7. Composteiras confeccionadas em concreto com configuração em retângulo (CCR) e com configuração em quadrado (CCQ), e de composteiras confeccionadas em alumínio e aço inoxidável com configuração em retângulo (CAR), instaladas nas dependências físicas do complexo integrado de pesquisa Três Marias (UEPB), Campina Grande-PB, 2015

Fonte: Nascimento (2015).

Os compostos produzidos nos tratamentos CCR, CCQ e CAR, a partir de resíduos sólidos orgânicos domiciliares, resíduos de folha e de resíduos de flores, apresentaram pH (8,5) e valores médios de umidade (11,6% a 24,6%) compatíveis com a faixa ótima prevista na Instrução Normativa no 25, de 23 de Julho de 2009 do Ministério da Agricultura, confirmando a viabilidade da tecnologia testada (Tabela 1) para estes parâmetros.

Tabela 1. Caracterização física, química e Sanitária dos compostos produzidos a partir de resíduos sólidos orgânicos domiciliares e resíduos florísticos. Campina Grande-PB, 2015.

Características (1)	CCR		CCQ		CAR		Instrução Normativa ⁽²⁾ n° 25 e n° 27
	Substrato	Composto	Substrato	Composto	Substrato	Composto	
pH	4,7	8,5	4,7	8,5	4,7	8,5	>6,0
Umidade (%)	71,86	17,8	72,53	11,6	71,73	24,6	<50
STV (%)	77,76	58,6	78,43	57,9	76,43	55,9	Ausente
Ovos de Helmintos (g/ST)	1,7	0,0	0,4	0,0	1,8	0,0	1/ 4g ST

(1) Valores médios referentes a três repetições para cada subsistema. (2)IN- Instruções Normativas n° 25 e n° 27 do Ministério da Agricultura. CCR - composteiras de concreto retangular; CCQ- composteiras de concreto quadrado; CAR- composteiras de alumínio e aço inoxidável retangular.

S- Substrato C- Composto

Amostras dos compostos resultantes foram distribuídas às famílias participantes do projeto (100g/família). No momento da entrega, percebeu-se a surpresa das pessoas ao verificarem que os resíduos sólidos, o que antes denominavam lixo, havia se transformado em um adubo e serviria de nutrientes para plantas.

CONCLUSÕES

A implantação do sistema de tratamento descentralizado móvel de resíduos sólidos orgânicos domiciliares por compostagem no bairro Malvinas, mostrou-se viável nos aspectos relativos à estabilização, higienização e à participação efetiva das famílias que selecionaram e repassaram os resíduos produzidos, diminuindo a quantidade de resíduos encaminhada ao aterro sanitário.

O desempenho dos três tipos de compostagem aplicados para compostagem dos resíduos sólidos orgânicos domiciliares avaliados atendeu aos objetivos da compostagem: estabilização e higienização, porém, requer novos estudos, no sentido de analisar a viabilidade do composto resultante na agricultura.

Portanto, confirmou-se a viabilidade do tratamento aeróbio de resíduos sólidos orgânicos domiciliares gerados no bairro Malvinas, em Campina Grande-PB, a partir dos três modelos de composteiras testados, por favorecer a estabilização e higienização dos resíduos orgânicos, diminuindo os riscos de contaminação para os catadores de materiais recicláveis e para o meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMEIDA, M. M.; ANTUNES, W.; MOTA, S. S.. Problemas socioambientais causados pelo lixo. **Saúde e Ambiente em Revista**, v. 4, n. 2, 2009. ISSN 1980-2676.
2. American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA), Water Environment Federation (WEF). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, 21ª ed. Washington D.C, 2005, 1134p.
3. BERTONCINI, E. I., Tratamento de efluentes e reuso da água no meio agrícola. **Tecnologia & Inovação Agropecuária** (Online), v.1, p. 152-169, 2008.
4. BRASIL. **Instrução Normativa Nº 25**, de 23 de julho de 2009.
5. CALIJURI, M. L.; LOURDES, S. S. P.; SANTIAGO, A. F.; SCHAEFFER, C. E. G. R.; LUGÃO, W. G. Identificação de áreas alternativas para disposição de resíduos sólidos na região do baixo ribeira no Iguapé-SP. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 12, n. 3, Rio de Janeiro-RJ: ABES, p. 335-342, 2007. ISSN 1413-4152. 27.
6. FERREIRA, J. A.; ANJOS, L. A. Aspectos de saúde coletiva e ocupacional associados à gestão dos resíduos sólidos municipais. **Caderno de Saúde Pública**, v.17, n.3, p. 689-696, 2001.
7. MARCONI, M.A., LAKATOS, E.M. **Técnicas de pesquisa: Planejamento e execução de pesquisas amostragens e técnicas de pesquisa, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 1999.
8. MASSUKADO, L. M.; ZANTA, V. M. SIMGERE – Software para avaliação de cenários de gestão integrada de resíduos sólidos domiciliares. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 11, n. 2, p. 133-142, abr/jun, 2006.
9. MATOS, A. T.; CARVALHO, A. L.; AZEVEDO, I. C. D. A. Viabilidade do aproveitamento agrícola de percolados de resíduos sólidos urbanos. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 4, p. 435-440. Campina Grande-PB, jul/ago, ISSN 1415-4366, 2008..
10. MEYER, K.B., MILLER, K.D., KANESHIRO, S. Recovery of ascaris eggs from sludge. **Journal of parasitology**. v. 64, n.2, p.380- 383, abril. 1978.
11. MEHNERT, D.U., Reuso de efluente doméstico na agricultura e a contaminação ambiental por vírus entéricos humanos. **Biológico**, v.65, n.1/2, p.19-21, 2003.
12. NASCIMENTO, C. R. **Sistema de tratamento descentralizado de resíduos sólidos orgânicos no bairro Malvinas, Campina Grande-PB**. 110 f. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia Ambiental - MCTA) – Universidade Estadual da Paraíba, 2015.
13. SANTOS, J.G.R., SANTOS, E.C. K.R. **Matéria Orgânica do solo**. In: Agricultura orgânica: Teoria e prática. Campina Grande-PB: EDUEP, 2008. Cap. 2, p.39-56.
14. SHARHOLY, M.; AHMAD, K.; MAHMOOD, G.; TRIVEDI, R. C. Municipal solid waste management in India cities- a review. **Waste Management**. v. 28, n. 2, p. 459-467, 2008. ISSN 0956-053X.
15. SILVA, M. M. P. **Tratamento de lodos de tanques sépticos por co- compostagem para os municípios do semi-árido paraibano: alternativa para mitigação de impactos ambientais**. Campina Grande-PB: UFCG, 2008. 219p.

16. SILVA, M. M. P.; SOUSA, J. T.; CEBALLOS, B. S. O.; LEITE, V. D.; FEITOSA, W. B. S.; ARAÚJO, E. A. Educação Ambiental: instrumento para sustentabilidade e tecnologias para o tratamento de lodos de esgotos. **Revista eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v.23, p.54-70, 2009.
17. SILVA, M. M. P.; OLIVEIRA, S. C.; OLIVEIRA, A. G.; SOARES, L. M. P.; RIBEIRO, V. V. Sensibilização e formação para empoderamento de tecnologia de resíduos sólidos orgânicos domiciliares em Santa Rosa, Campina Grande-PB. In Congresso Brasileiro de Engenharia Ambiental 26°. **Anais...** Porto Alegre/RS, 25-29 de Set., 2011.
18. SILVA, M. M. P., OLIVEIRA, A.G., L, V.D., SOARES, L.M.P., OLIVEIRA, S.C.A. Avaliação de Sistema de Tratamento descentralizado de resíduos sólidos orgânicos domiciliares em Campina Grande-PB. In: 26º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Anais...** Porto Alegre – RGS: ABES, 25 a 29 de set. 2011.
19. SILVA, M. M. P; SOUZA, D. M.; ALMEIDA E SILVA, P.; SILVA, E. H.; JUSTINO, E. D.. Contaminação de resíduos sólidos orgânicos domiciliares gerados em domicílios situados na zona urbana de campina grande-pb. **Anais.** 27º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Goiás-GO: ABES., 15 a 19 de setembro de 2013.
20. SILVA, M. M. P. Alternativas tecnológicas para viabilização do exercício profissional e inclusão social de catadores de materiais recicláveis. **Relatório Técnico. Universal 14/2011 – Faixa B.** Campina Grande-PB: UEPB, 2015.
21. TEIXEIRA, L. B., GERMANO, V. L.C., OLIVEIRA, R.F., FURLAN. JR.J., Processo de Compostagem Usando Resíduos das Agroindústrias de Açaí e de Palmito do Açaizeiro. **Circular Técnica.** Belém- PA, 2005. ISSN 1517, 211, p. 01-06.
22. THIOLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação.** 16ª ed. São Paulo: Cortez, 2008.
23. WAGNER, A. G; BELLOTTO, V. R. Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário: Análise Econômica de Alternativas para Municípios Litorâneos - Estudo de Caso – Balneário Camboriú e Itajaí (SC), Brasil. **Rev. Gestão Costeira Integrada.** N. 8, volume 1, p. 930108. Maio 2008.