



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
AMBIENTAL

CRISTIANE RIBEIRO DO NASCIMENTO

SISTEMA DE TRATAMENTO AERÓBIO DESCENTRALIZADO DE
RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS NO BAIRRO MALVINAS, CAMPINA
GRANDE-PB

CAMPINA GRANDE-PB

Outubro de 2015

CRISTIANE RIBEIRO DO NASCIMENTO

**SISTEMA DE TRATAMENTO AERÓBIO DESCENTRALIZADO DE
RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS DOMICILIARES NO BAIRRO
MALVINAS, CAMPINA GRANDE-PB**

Dissertação apresentada ao Mestrado de Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento às exigências para obtenção do título de mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental.

ORIENTADORA: Profa. Dra. MONICA MARIA PEREIRA DA SILVA

CAMPINA GRANDE-PB

Outubro de 2015

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

N244s Nascimento, Cristiane Ribeiro do.
Sistema de tratamento aeróbio descentralizado de resíduos sólidos orgânicos no bairro Malvinas, Campina Grande-PB [manuscrito] / Cristiane Ribeiro do Nascimento. - 2015.
110 p. : il. color.

Digitado.
Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2015.
"Orientação: Profa. Dra. Monica Maria Pereira da Silva, Departamento de Biologia".

1. Resíduos sólidos orgânicos. 2. Tratamento anaeróbio. 3. Educação ambiental. 4. Gestão de resíduos sólidos. I. Título.
21. ed. CDD 628.44

CRISTIANE RIBEIRO DO NASCIMENTO

**SISTEMA DE TRATAMENTO AERÓBIO DESCENTRALIZADO DE
RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS NO BAIRRO MALVINAS, CAMPINA
GRANDE-PB**

Dissertação apresentada ao Mestrado
de Ciência e Tecnologia Ambiental da
Universidade Estadual da Paraíba,
em cumprimento às exigências para
obtenção do título de mestre em
Ciência e Tecnologia Ambiental.

Aprovada em: 29/10/2015.

BANCA EXAMINADORA



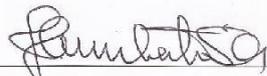
Profa. Dra. Monica Maria Pereira da Silva (CCBS/PPCTA/UEPB)

Orientadora



Prof. Dr. Valderi Duarte Leite (CCT/PPCTA/UEPB)

Examinador Interno



Dr. Humberto Silva (CCBS/UEPB)

Examinador Externo

DEDICATÓRIA

À Deus, pois, com seu amor infinito, colocou pessoas ao longo do caminho que me ajudaram chegar até aqui. Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter concedido os detalhes necessários para que esse momento fosse concretizado.

À minha mãe Maria José, pelo incentivo e palavras de fé que a me foram concedidas nos momentos de dificuldade.

A meu pai Manoel que nunca me negou apoio e sempre me incentivou e acreditou nos meus estudos.

Aos meus irmãos Daniel, Rejane, Josemar e Djacy, por todo amor e respeito dedicados.

A meu grande amor, Felipe, pelo apoio, amizade e companheirismo durante todos os momentos antes e durante o desenvolvimento dessa pesquisa.

Aos homens e mulheres de minha família, por seus exemplos de superação.

À minha orientadora Professora Monica, por ter me concedido a oportunidade de conhecer e Vivenciar na prática um processo de Educação Ambiental Crítica e Emancipatória que, até então, só havia escutado falar nos artigos científicos de revisão bibliográfica, possibilitado através do acompanhamento dos projetos desenvolvidos pela professora Monica e pelo GGEA, com Catadores de materiais recicláveis. Também agradeço por todo apoio e paciência diante das dificuldades enfrentadas durante a pesquisa e por ter me ajudado a superar e vencer cada desafio.

Aos líderes comunitários da comunidade Jesus Libertador pelo apoio prestado durante o desenvolvimento da pesquisa.

Aos catadores de materiais recicláveis da ARENSA, pela amizade e ajuda concedida através da participação no processo de mobilização e sensibilização das famílias pertencentes à comunidade Jesus libertador, para implantação do sistema de desenvolvimento descentralizado de resíduos sólidos orgânicos. Ao Professor Valderi e ao Professor Humberto por suas contribuições como examinadores deste trabalho.

Aos colegas do GGEA que colaboram com o desenvolvimento dessa pesquisa em especial, Mariane, Belarmino, Sandraelena, Adriana, Elaine e João Rafael. Enfim, a todos que de forma direta ou indireta, colaboraram com este trabalho. Muito obrigada!

RESUMO

A disposição de resíduos sólidos orgânicos domiciliares em lixões ainda é ampla no Brasil, consequência dos baixos índices de coleta seletiva e da ausência de interesse por parte dos gestores públicos e de conhecimento da população na implantação de tecnologias adequadas para o tratamento desses resíduos. O principal objetivo deste 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 e, com isso, possibilitar a diminuição dos riscos de contaminação para os catadores de materiais recicláveis, o aumento do potencial de comercialização dos resíduos recicláveis e a redução da quantidade de resíduos encaminhada ao aterro sanitário. 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. As análises de pH e teor de umidade (%) ocorreram semanalmente e as de ovos de helmintos foram feitas para o substrato inicial e composto final. O reviramento manual foi realizado duas vezes por semana e a temperatura foi monitorada diariamente. A implantação do sistema de tratamento descentralizado de resíduos sólidos orgânicos domiciliares por compostagem no bairro Malvinas, a partir dos modelos de composteiras testados, com transformação média de 16,50% de resíduos orgânicos domiciliares em composto classe C em 120 dias, mostrou-se viável nos aspectos relativos à estabilização, higienização e à participação efetiva das famílias que selecionaram e repassaram os resíduos sólidos orgânicos produzidos, diminuindo a quantidade de resíduos encaminhada ao aterro sanitário e os riscos de contaminação para os catadores de materiais recicláveis e para o meio ambiente. O tratamento possibilitou a produção de um composto final livre de contaminação por ovos de helmintos e com características de um material estabilizado que poderá ser aplicado em hortas, jardins e produção de mudas, requerendo-se, porém, a avaliação fitotóxica. O processo de Educação Ambiental contribuiu para a mobilização e articulação entre os diferentes atores sociais envolvidos no processo de implantação da compostagem. Conclui-se que as práticas relatadas contribuíram para a diminuição dos riscos de contaminação para os catadores de materiais recicláveis, aumento do potencial de comercialização dos resíduos recicláveis e redução da quantidade de resíduos encaminhada ao aterro sanitário municipal.

Palavras-chave: Resíduo Orgânico Domiciliar, compostagem, Educação Ambiental.

ABSTRACT

The disposal of household organic waste in landfills is still widespread in Brazil, it is a result of low levels of selective collection and the lack of interest on part of public officials and knowledge of the population in the implementation of appropriate technologies for the treatment of such waste. The aim was to assess the feasibility of decentralized system of implementation for aerobic treatment of organic household waste (RSOD) generated in Malvinas District , Campina Grande-PB. The research was carried out from June 2013 to June 2015. It had been conducted mobilization and sensitization of 63 families participating through environmental education process, collection and characterization of RSOD, the development of the treatment system consists of three models of composters furniture, installation and monitoring of the treatment system and provision of the resulting compound with the community. The experiment consisted of three treatments with three repetitions each, comprised of: rectangular concrete composters (RCC), square concrete composters (SCC) and composting of aluminum and stainless steel (CAS). Each compost has fed with 30 kg of substrate with the following composition: 80% of household organic waste, 3% of floristic waste, leaves 7% and 10% reject. The eversion has been performed twice a week. The temperature monitoring has been performed daily and the analysis of pH and total volatile solids occurred weekly. The average change of 16.50% of household organic waste into compost class C in 120 days with favorable characteristics to agriculture, expressed the scope of the research objectives. The study showed changes in the perception of the community regarding the proper disposal of household solid organic waste in the neighborhood and social and environmental responsibility. It had been found effective for the treatment of waste by composting, reflected from 100% efficiency in the impracticability of helminth eggs and production of a stabilized and sanitized fertilizer. Decentralized composting was a viable alternative to treatment of household organic waste, by meeting the principles of sustainability and the law. In general, the performance of the three models for the treatment of household composting solid organic waste had satisfactory evaluation. The treatment led to the production of a final compound free of contamination by helminth eggs and characteristics of a stabilized material, lowering the temperature to near room temperature, alkaline pH, reduction of volatile total solids. However, the feasibility of agricultural use has not been tested. The environmental education process contributed to the mobilization and coordination of the various social actors involved in the composting deployment process. It has been concluded that the practices reported here contributed to the reduction of contamination risks for collectors of recyclable materials, increased marketing potential of recyclable waste and reducing the amount of waste sent to municipal landfill.

Keywords: Household Organic Waste. Composting. Environmental Education.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Localização em azul das ruas situadas no entorno da Comunidade Jesus Libertador com famílias que participaram da caracterização dos resíduos sólidos domiciliares bairro Malvinas, em Campina Grande-PB, 2014. 36
- Figura 2.** Localização em azul das ruas situadas no entorno da Comunidade Jesus Libertador com famílias que participaram da caracterização dos resíduos sólidos domiciliares bairro Malvinas, em Campina Grande-PB, 2014. 38
- Figura 3.** Desenho esquemático do Método de quarteamento aplicado para a composição das amostras de resíduos sólidos orgânicos domiciliares (RSOD), Campina Grande-PB, 2014. 38
- Figura 4.** Desenho esquemático do método de quarteamento aplicado para a composição das amostras de resíduos sólidos de folhas e de flores, Campina Grande-PB, 2014. 39
- Figura 5.** Desenho esquemático de composteiras confeccionadas em concreto com configuração em retângulo (A) e com configuração em quadrado (C), e de composteiras confeccionadas em alumínio e aço inoxidável com configuração em retângulo (B), instaladas no complexo integrado de pesquisa Três Marias (UEPB), Campina Grande-PB, 2014. 43
- Figura 6.** Desenho esquemático da composteira de concreto com configuração em retângulo que compõe o sistema de tratamento de resíduos sólidos descentralizado, Campina Grande-PB, 2014. 44
- Figura 7.** Desenho esquemático de composteira com configuração em quadrado, confeccionada em concreto, Campina Grande-PB, 2014. 44
- Figura 8.** Esquema das composteiras de alumínio e aço inoxidável que compõem o sistema de Tratamento descentralizado de Resíduos sólidos orgânicos, Campina Grande-PB, 2014. 44
- Figura 9.** Composição gravimétrica dos resíduos sólidos gerados pelas famílias residentes no entorno da Comunidade Jesus Libertador, bairro Malvinas, Campina Grande-PB, 2014. 50
- Figura 10.** Prevalência de ovos de helmintos em Resíduos Sólidos Orgânicos Domiciliares (RSO), Resíduos de Folhas (RFO) e de Flores (RFL), gerados em ruas situadas do entorno da Comunidade Jesus Libertador, Malvinas, Campina Grande-PB. 2014. 57
- Figura 11.** 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 no complexo integrado de pesquisa Três Marias (UEPB), Campina Grande-PB, 2014. 60
- Figura 12.** Composteiras confeccionadas em concreto com configuração em retângulo (CCR, Campina Grande-PB, 2014. 61

| | |
|--|----|
| Figura 13. Composteiras confeccionadas em concreto com configuração em quadrado (CCQ), Campina Grande-PB, 2014..... | 62 |
| Figura 14. Esquema das composteiras de alumínio e aço inoxidável que compõem o sistema de Tratamento descentralizado de Resíduos sólidos orgânicos, Campina Grande-PB, 2014..... | 64 |
| Figura 15. 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..... | 66 |
| Figura 16. Valores médios diários de temperatura observados no tratamento CCR de compostagem de resíduos sólidos orgânicos domiciliares. Campina Grande- PB. Outubro de 2014 a fevereiro de 2015..... | 69 |
| Figura 17. Valores médios diários de temperatura observados no tratamento CCQ de compostagem de resíduos sólidos orgânicos domiciliares. Campina Grande- PB. Outubro de 2014 a fevereiro de 2015..... | 69 |
| Figura 18. Valores médios diários de temperatura observados no tratamento CAR de compostagem de resíduos sólidos orgânicos domiciliares. Campina Grande- PB. Outubro de 2014 a fevereiro de 2015..... | 70 |
| Figura 19. 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..... | 72 |
| Figura 20. Valores médios de STV observados paraos tratamentos de resíduos sólidos orgânicos domiciliares em SITRADERO móvel. Campina Grande-PB.Outubro de 2014 a fevereiro de 2015..... | 73 |

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Características básicas do bairro Malvinas, Campina Grande-PB, 2014. 35
- Tabela 2.** Caracterização gravimétrica de resíduos sólidos domiciliares gerados em residências situadas no entorno da Comunidade Jesus Libertador, bairro Malvinas, Campina Grande-PB, 2014. 49
- Tabela 3.** Produção de resíduos sólidos domiciliares gerados pelas famílias residentes no entorno da Comunidade Jesus Libertador, bairro Malvinas, Campina Grande-PB, 2014. 49
- Tabela 4.** Caracterização físico-química e sanitária de resíduos sólidos orgânicos domiciliares, resíduos de folhas e de flores coletados em residências e na igreja Jesus Libertador, bairro Malvinas, Campina Grande-PB, 2014. 56
- Tabela 5.** Caracterização física, química e Sanitária dos compostos produzidos a partir de resíduos sólidos orgânicos domiciliares e resíduos florísticos. Campina Grande-PB, 2014. 74
- Tabela 6.** Composição da massa final resultante dos diferentes tratamentos de compostagem com resíduos sólidos orgânicos domiciliares coletados no bairro Malvinas, Campina Grande-PB. Outubro de 2014 a fevereiro de 2015. 75

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|----|
| Quadro 1. Fases da compostagem e suas respectivas temperaturas, Campina Grande-PB, 2014. | 28 |
| Quadro 2. Tipo, composição, sigla utilizada e fonte geradora dos resíduos utilizados na composição do substrato empregado nos sistemas de compostagem, Campina Grande- PB, 2014..... | 37 |
| Quadro 3. Atividades de Educação Ambiental aplicadas às famílias situadas no entorno da Comunidade Jesus Libertador, no bairro Malvinas para a coleta de resíduos sólidos e implantação do sistema de compostagem, Campina Grande-PB, 2014..... | 41 |
| Quadro 4. Descrição das siglas adotadas para o tratamento aplicado aos resíduos sólidos orgânicos domiciliares e composição do substrato, Campina Grande-PB, 2015. | 45 |
| Quadro 5. Métodos e frequências de análise dos parâmetros físico, químicos e biológicos dos diferentes tratamentos, Campina Grande-PB, 2014. | 47 |
| Quadro 6. Comparação das características das composteiras para tratamento descentralizado dos resíduos sólidos orgânicos domiciliares. Campina Grande-PB, 2014..... | 77 |
| Quadro 7. Comparação dos aspectos observados nas tecnologias de tratamento dos resíduos sólidos domiciliares. Campina Grande- PB, 2014..... | 78 |
| Quadro 8. Avaliação das tecnologias de tratamento dos resíduos sólidos orgânicos com relação à eficiência na manutenção das condições ideais para o desenvolvimento da compostagem. Campina Grande-PB, 2014. | 80 |

LISTA DE SIGLAS

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

ARENSA – Associação de Catadores de Materiais Recicláveis da Comunidade Nossa Senhora Aparecida

CAR – Composteiras de Alumínio e aço inoxidável Retangulares

CCQ – Composteiras de Concreto Quadradas

CCR – Composteiras de Concreto Retangulares

EA – Educação Ambiental

GGEA – Grupo de Extensão e Pesquisa em Gestão e Educação Ambiental

GRSD – Gestão de Resíduos Sólidos Domiciliares

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INMA – Instrução Normativa do Ministério da Agricultura

PMGIRS-CG – Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos de Campina Grande-PB

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

RFL – Resíduos de Flores

RFO – Resíduos de Folhas

RSO – Resíduos Sólidos Orgânicos

RSOD – Resíduos Sólidos Orgânicos Domiciliares

SABSR – Sociedade Amigos do Bairro de Santa Rosa

SISNAMA – Sistema Nacional do Meio Ambiente

SITRADERO – Sistema de Tratamento Descentralizado de Resíduos Sólidos Orgânicos Domiciliares

SNVS – Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária

SUASA – Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária

UEPB – Universidade Estadual da Paraíba

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 15 |
| 2. OBJETIVOS..... | 19 |
| 2.1. Geral..... | 19 |
| 2.2. Específicos | 19 |
| 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 20 |
| 3.1. Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos Domiciliares..... | 20 |
| 3.2. Tratamento de Resíduos Sólidos Orgânicos por Compostagem..... | 25 |
| 3.3. Parâmetros que influenciam no processo de compostagem | 27 |
| 3.4. Educação Ambiental para a Gestão Integrada de Resíduos Sólidos | 32 |
| 4. MATERIAL E MÉTODOS | 34 |
| 4.1. Caracterização da pesquisa | 34 |
| 4.2. Caracterização da área de estudo..... | 35 |
| 4.3. Caracterização dos resíduos sólidos domiciliares..... | 35 |
| 4.3.1. Caracterização gravimétrica de resíduos sólidos domiciliares gerados por famílias situadas no entorno da Comunidade Jesus libertador, no bairro Malvinas, Campina Grande-PB..... | 36 |
| 4.3.2. Caracterização física, química e sanitária de resíduos sólidos orgânicos produzidos por famílias localizadas no entorno da Comunidade Jesus Libertador no bairro Malvinas, em Campina Grande-PB..... | 37 |
| 4.4. Atividades de Educação Ambiental aplicadas às famílias situadas no entorno da Comunidade Jesus Libertador no bairro Malvinas, Campina Grande-PB, para a coleta de resíduos sólidos e implantação do sistema de compostagem..... | 41 |
| 4.5. Compostagem de resíduos sólidos orgânicos domiciliares | 42 |
| 4.5.1. O Sistema Experimental de tratamento | 42 |
| 4.5.2. Instalação e monitoramento do Sistema Descentralizado de tratamento de resíduos sólidos orgânicos domiciliares | 45 |
| 4.5.3. Avaliação da qualidade do composto orgânico | 47 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 49 |

| | |
|--|------------|
| 5.1. Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares gerados no bairro Malvinas, Campina Grande-PB..... | 49 |
| 5.2. Caracterização física, química e sanitária dos resíduos orgânicos gerados na Comunidade Eclesial de Base Jesus Libertador | 56 |
| 5.3. Desenvolvimento de Tecnologias para o Tratamento de Resíduos Sólidos Orgânicos Domiciliares..... | 59 |
| 5.3.1. Composteiras de Concreto..... | 60 |
| 5.3.1.1. Composteiras de Concreto Retangulares (CCR)..... | 61 |
| 5.3.1.2. Composteiras de Concreto Quadradas (CCQ) | 61 |
| 5.3.2. Composteiras de Alumínio e aço inoxidável Retangulares (CAR)..... | 62 |
| 5.4. Monitoramento do sistema de tratamento descentralizado de resíduos sólidos orgânicos domiciliares..... | 66 |
| 5.4.1. Teor de Umidade..... | 66 |
| 5.4.2. Temperatura..... | 69 |
| 5.4.3. Potencial hidrogeniônico (pH) | 72 |
| 5.4.4. Sólidos Totais Voláteis (STV)..... | 73 |
| 5.5. Características do composto resultante do SITRADERO móvel | 74 |
| 5.6. Análise das tecnologias desenvolvidas para o tratamento dos resíduos sólidos orgânicos domiciliares..... | 76 |
| 5.9. A Educação Ambiental como instrumento base para a gestão de resíduos sólidos domiciliares | 82 |
| 6. CONCLUSÕES | 84 |
| 7. RECOMENDAÇÕES..... | 86 |
| 8. REFERÊNCIAS..... | 87 |
| 9. APÊNDICES | 102 |

1. INTRODUÇÃO

A complexidade que envolve as questões ambientais é decorrente das interações entre o ambiente construído, o ambiente natural e, como ator principal nessa interação, o ser humano. Nesse cenário complexo, o ser humano deixou de ocupar a condição de mais um ser vivo em um ciclo de interdependência com outras espécies, passando à situação de principal agente de alterações das leis da natureza, o que tem acarretado a extinção de várias espécies e, conseqüentemente, diminuído a biodiversidade dos biomas em geral.

Ao longo do processo de evolução, a espécie *Homo sapiens* diferenciou-se das demais ao apresentar uma relação de dominação para com os outros seres vivos, fato que se concretiza com o advento do processo de industrialização. A partir da concretização da industrialização, essas questões começaram a ser evidenciadas, devido, sobretudo, às mudanças nos meios de produção e nos hábitos da sociedade, refletidas da necessidade de apropriação, cada vez maior e mais rápida dos recursos naturais e humanos, determinando amplas e profundas modificações nas relações sociais e econômicas (JARDIM, 2009).

Desse cenário, destaca-se o aumento da urbanização e do crescimento demográfico exponencial que desencadearam grande produção de resíduos sólidos, requerendo maior atenção para a gestão, tendo em vista a diversidade de resíduos gerada e a presença de substâncias nocivas (STOLZ; VAZ, 2009).

Outra prática que tem ocasionado sérios problemas ambientais é a disposição inadequada de resíduos sólidos, em especial, os orgânicos sem tratamento. Comumente, os problemas compreendem a poluição e a contaminação do solo e dos corpos de água, que é resultante da percolação do chorume, advindo da decomposição anaeróbia da parcela orgânica. Com isso, é possível que esses resíduos apresentem condições favoráveis ao desenvolvimento de vetores prejudiciais à saúde humana, pois podem disseminar diversos tipos de epidemias, como a dengue e a leptospirose (FERREIRA; ANJOS, 2001). Além disso, ressaltam-se a contaminação e os problemas de saúde provocados aos catadores de materiais recicláveis, em

virtude do contato com os resíduos contaminados (MAIA *et al.*, 2012). Nesse sentido, a falta de gestão de resíduos sólidos constitui um grande desafio socioambiental a ser enfrentado pelos gestores públicos e privados e pela sociedade em geral.

As soluções para os problemas dos resíduos sólidos devem considerar seus diferentes tipos e a responsabilidade de cada gerador. A esse modo de gestão, integra-se a participação da comunidade, através de programas de Educação Ambiental para a redução na fonte geradora, reutilização, reciclagem, tratamento e deposição em aterros sanitários (RUSSO, 2003).

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS (BRASIL, 2010), os estados, municípios e o setor produtivo devem elaborar seus planos de gestão dos resíduos sólidos, priorizando a implantação e a efetivação da coleta seletiva com a inserção dos catadores de materiais recicláveis, a responsabilidade compartilhada através da logística reversa, o tratamento dos resíduos orgânicos por compostagem e a criação de aterros sanitários para a disposição final dos rejeitos.

De acordo com Braga e Ramos (2006), desenvolver a gestão integrada dos resíduos sólidos de forma otimizada requer o conhecimento de tecnologias disponíveis para o gerenciamento, de custos econômicos e ambientais associados às alternativas e sua aplicabilidade para regiões e contextos específicos.

A coleta seletiva desempenha um papel estratégico na gestão integrada de resíduos sólidos. Através da qual, pode-se estimular o hábito da separação dos resíduos na fonte geradora, possibilitando o melhor aproveitamento dos resíduos, a geração de trabalho e renda e a melhoria da qualidade de matéria orgânica para a compostagem (RIBEIRO; BESEN, 2009). A coleta seletiva pode facilitar o trabalho de catadores de materiais recicláveis, evitando seu contato direto com materiais contaminados, prevenindo problemas de saúde e favorecendo a comercialização dos resíduos recicláveis e o tratamento dos resíduos sólidos orgânicos por meio da compostagem (MAIA *et al.*, 2012).

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 próximo às fontes geradoras (MASSUKADO, 2008), e maior eficiência no monitoramento do sistema, a diminuição nos gastos com transporte e a possibilidade de aumento ou redução da capacidade de tratamento, em comparação com os sistemas centralizados (WAGNER; BELLOTTO, 2008).

Neste contexto, 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 trabalho realizado por Silva *et al.* (2014) comprovou a influência positiva de cobertura sobre o desempenho de sistema de tratamento descentralizado também instalado no Bairro de Santa Rosa, em Campina Grande-PB. Dentro os aspectos positivos, destacaram-se: maiores níveis de temperatura, aumento do tempo de duração da fase termófila, diminuição do tempo de estabilização, maior percentual de transformação de resíduos orgânicos em composto e melhores condições de trabalhos para os pesquisadores.

Os estudos acerca da importância do tratamento de resíduos sólidos orgânicos domiciliares executados no bairro de Santa Rosa, em Campina Grande-PB (SILVA *et al.*, 2011; 2014), foram estendidos ao bairro Malvinas por Bispo, Sabino e Silva (2014) e Costa *et al.* (2015).

Bispo, Sabino e Silva (2014) promoveram a formação em Educação Ambiental para líderes comunitários vinculados à comunidade Eclesial de Base Jesus Libertador, despertando-os para a necessidade de implantar a coleta seletiva no bairro e organizar os catadores de materiais recicláveis. Costa *et al.* (2015) realizaram o diagnóstico referente aos catadores de materiais recicláveis que atuam na informalidade no bairro citado e implantaram a coleta seletiva em ruas situadas no entorno da comunidade Jesus Libertador, atingindo 283 residências, demandando, então, a necessidade de tratar a parcela orgânica dos resíduos sólidos gerados naquela área.

Por meio deste trabalho buscaram-se respostas para as seguintes perguntas: é viável a implantação de sistema de tratamento descentralizado de resíduos sólidos orgânicos domiciliares por compostagem no bairro Malvinas, Campina Grande-PB? Esse tipo de tecnologia minimizará os riscos de contaminação, aumentará a potencialidade econômica dos resíduos passíveis de comercialização e reduzirá a quantidade desses resíduos que é encaminhada ao aterro sanitário de Campina Grande-PB? O desempenho dos sistemas de compostagem será influenciado pelo material utilizado na confecção e a instalação de um aerador manual?

A ausência de manejo adequado dos resíduos sólidos orgânicos tem ocasionado sérios problemas de ordem ambiental, social e de saúde pública, constituindo fonte de poluição e de contaminação, inviabilizando a coleta seletiva realizada por catadores de materiais recicláveis. O desenvolvimento de tecnologia de tratamento de resíduos sólidos orgânicos constitui passo importante para apontar solução centrada no princípio da sustentabilidade.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Avaliar a viabilidade do tratamento aeróbio de resíduos sólidos orgânicos gerados no bairro Malvinas, em Campina Grande-PB, em sistema de tratamento descentralizado constituído por três modelos de composteiras móveis, contribuindo para a diminuição dos riscos de contaminação para os catadores de materiais recicláveis, aumento do potencial de comercialização dos resíduos recicláveis e redução da quantidade de resíduos encaminhada ao aterro sanitário.

2.2. Específicos

- Realizar a caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares gerados no bairro Malvinas, em Campina Grande-PB;
- Efetuar a caracterização química, física e biológica dos resíduos orgânicos gerados no bairro Malvinas, em Campina Grande-PB;
- Desenvolver tecnologia para tratamento descentralizado de resíduos sólidos orgânicos;
- Avaliar, de forma comparativa, o desempenho de três modelos de composteiras para o tratamento dos resíduos sólidos orgânicos.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos Domiciliares

A falta de gestão dos resíduos sólidos constitui um problema preocupante, pois, a disposição final de resíduos sólidos e, em especial, dos orgânicos sem tratamento tem ocasionado diversos impactos negativos sobre o meio ambiente e a sociedade humana.

Os problemas gerados podem ser caracterizados de diferentes formas. É possível citar a poluição do solo e dos corpos de água, acarretada pela percolação do chorume, resultante do processo de decomposição anaeróbia em lixões e aterros sanitários; a emissão de gases que contribuem para o efeito estufa (GOUVEIA, 2012); a disseminação de epidemias de dengue e de leptospirose, que se dá pelos vetores que encontram nos resíduos as condições favoráveis para se desenvolverem (SIQUEIRA; MORAES, 2009); os riscos aumentados para diversos tipos de câncer, anomalias congênitas, baixo peso ao nascerem, abortos e mortes neonatais em populações vizinhas a esses locais (GOUVEIA, 2012).

Além disso, a falta de condições adequadas de trabalho para os catadores de materiais recicláveis constitui um fator ainda mais preocupante do ponto de vista socioambiental, pois, de acordo com Batista; Lima; Silva, (2013), em estudo realizado com um grupo de catadores materiais recicláveis associados em Campina Grande-PB, a insistente rotina de trabalho sem a devida utilização de equipamentos de proteção individual e a falta de ferramentas apropriadas para os processos de triagem, compactação e estocagem dos materiais, podem propiciar acidentes, e comprometer a saúde e a produtividade desses profissionais.

A maioria dos municípios brasileiros conta com serviços de limpeza que não diferenciam os resíduos sólidos do lixo, denominado de rejeitos na Lei 12.306/2010 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010). Nesta lei ficou determinado que todos os municípios devem promover a gestão dos resíduos de forma integrada, articulando ações normativas, operacionais e financeiras, pautadas em critérios sanitários, ambientais, sociais

e econômicos, além de considerar a adoção da responsabilidade compartilhada pela gestão dos resíduos sólidos entre os diferentes geradores.

O modelo de gestão integrada dos resíduos sólidos deve prever o uso racional dos recursos naturais, a redução da quantidade de resíduos gerada, a sua valorização e minimização dos riscos associados a sua eliminação (NAGASHIMA *et al.*, 2011).

O estabelecimento de mecanismos como a logística reversa, planos de gestão, coleta seletiva, responsabilidade compartilhada, bem como a inclusão social e profissional dos catadores de matérias recicláveis, tornam a Lei 12.305/2010 bastante inovadora, pois nunca no contexto legislativo brasileiro se deu tamanha importância à problemática dos resíduos sólidos (MAIA *et al.*, 2014). Além desse instrumento, outros dispositivos legais como:

Lei 6.938/81 (Política Nacional de Meio Ambiente); Lei 9.795/99 (Política Nacional de Educação Ambiental); Lei 11.445/07 (Política Nacional de Saneamento Básico); Lei 10.257/01 (Estatuto das Cidades). Quando aplicados de forma integrada constituem um importante instrumento para concretização da gestão dos resíduos sólidos. (MAIA *et al.*, 2013).

Desenvolver a gestão integrada dos resíduos sólidos de forma otimizada, requer o conhecimento de tecnologias disponíveis para o gerenciamento de custos econômicos e ambientais associados às alternativas e a sua aplicabilidade em regiões específicas (BRAGA; RAMOS, 2006).

A gestão dos resíduos sólidos deve ser planejada com a contemplação de conteúdos mínimos, como o aproveitamento energético dos resíduos orgânicos, a eliminação e recuperação de lixões, a definição de áreas adequadas para construção de aterro sanitário, inclusão e emancipação socioeconômica dos catadores de materiais recicláveis, implantação de planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos (contemplando metas de redução, reutilização, coleta seletiva e reciclagem e mecanismos de fiscalização e de controle), os planos de gestão específicos para os responsáveis pela logística reversa, os programas de capacitação técnica e de Educação Ambiental, além da definição das formas de cobrança pelos serviços de limpeza (BRASIL, 2011).

De acordo com a Política Nacional dos Resíduos Sólidos – PNRS –, a gestão integrada é o conjunto de ações voltadas para a busca de soluções referentes à problemática dos resíduos sólidos, respeitando as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2010).

A coleta seletiva desempenha um papel estratégico para a gestão integrada de resíduos sólidos sob vários aspectos: estimula o hábito da separação dos resíduos na fonte geradora para o seu aproveitamento; possibilita a criação de trabalho e renda, e; melhora a qualidade da matéria orgânica para a compostagem (RIBEIRO; BESEN, 2009), facilitando o trabalho dos catadores de materiais recicláveis, evitando que os mesmos entrem em contato com material contaminado, prevenindo problemas de saúde, possibilitando, ainda, a comercialização dos resíduos recicláveis e o tratamento da parcela orgânica (MAIA *et al.*, 2012). Ressalta-se que a coleta seletiva pode garantir a produção de compostos orgânicos com baixos níveis de contaminação por metais pesados, pois a separação na fonte geradora diminui as chances de contaminação em comparação aos resíduos orgânicos que não são previamente separados (SANTOS *et al.*, 2014).

Quanto às estratégias de coleta seletiva, de acordo com Nagashima *et al.*, (2011), existem diferentes tipos: entrega voluntária, porta à porta, realizada por catadores de materiais recicláveis, informais ou organizados em associação ou cooperativas.

Nos programas de coleta seletiva no Brasil, a participação da população na maioria das cidades é voluntária. A mobilização acontece através de campanhas de sensibilização (RIBEIRO; BESEN, 2006). Considerando o total dos municípios brasileiros, 5.565, em 2014 apenas 65% registraram alguma iniciativa de coleta seletiva (ABRELPE, 2015). Em Campina Grande-PB, de acordo com o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, o modelo de coleta seletiva proposto está estruturado com base na divisão em setores censitários do IBGE para a operacionalização do Programa de Coleta Seletiva, a partir da apresentação dos seus benefícios ambientais e sanitários e formas de participação por parte da população, realizada através da atuação

de diversos agentes públicos da rede municipal de saúde na entrega panfletos e divulgação do Programa, bem como da institucionalização da participação dos catadores de materiais recicláveis. A forma de setorização proposta facilita a operacionalização do Programa, no sentido de estimar o número de domicílios e residentes em cada setor, bem como a quantidade de resíduos orgânicos e recicláveis gerada.

As populações alvo de coleta seletiva podem ser divididas em três grupos: cativo, representados pelos que participam efetivamente e destacam como principal motivação a melhoria da qualidade do meio ambiente; os que participam eventualmente, colocando como dificuldades a falta de incentivo, divulgação e orientação de como proceder e necessidade de deslocamentos a grandes distâncias para entregar o resíduo separado; e os que não participam, justificando a falta de oportunidade, de tempo e de incentivo, carência de orientação e a inexistência de infraestrutura (BRINGHENTI; GÜNTHER, 2011). Nesse âmbito, a sensibilização, a formação e a mobilização constituem estratégias essenciais à implantação da coleta seletiva na fonte geradora (SILVA, 2011), bem como, para a implantação de sistemas de tratamento de resíduos sólidos orgânicos (SILVA, 2009). É também fundamental o acompanhamento dos programas de coleta seletiva e ações continuada de Educação Ambiental (REZENDE, 2013), assim como, o desenvolvimento de tecnologias a partir da realidade e potencialidades locais que facilitem e incentivem a participação da população nos programas de gestão integrada dos resíduos sólidos, compreendendo o acondicionamento, a coleta, reciclagem dos resíduos recicláveis até o tratamento dos resíduos sólidos orgânicos por meio da compostagem em sistemas de tratamentos descentralizados, como mostram os trabalhos executados por Costa *et al.*,(2015); Ribeiro *et al.*, (2015) e Silva *et al.*, (2015) analisando o desenvolvimento da coleta seletiva e o trabalho de catadores e catadoras de materiais recicláveis formais e informais em Campina Grande-PB.

Costa *et al.*, (2015) constataram através de pesquisa realizada com catadores de materiais recicláveis informais que desempenham o seu ofício profissional no entorno da comunidade Jesus Libertador no Bairro Malvinas, Campina Grande- PB, que os mesmos trabalham em condições precárias e

insalubres, porém, almeja alcançar melhores condições de trabalho. Esses profissionais são discriminados pela sociedade e, comumente, são confundidos com mendigos, todavia, ao trabalharem de forma organizada em associação ou cooperativas, os mesmos passam a representar uma imagem diferente para a sociedade, construindo assim, a sua própria identidade (SOUZA *et al.*, 2014) e expressando uma categoria profissional digna de valorização.

As melhorias nas condições de trabalho e de renda foram alcançadas pelos catadores de materiais recicláveis associados à ARENSA (Associação de Catadores de Materiais Recicláveis da Comunidade Nossa Senhora Aparecida), com sede localizada no bairro do Tambor, Campina Grande-PB, através de processo de mobilização e formação em Educação Ambiental, bem como, do investimento em tecnologias que auxiliam no processo de coleta, transporte e triagem dos materiais recicláveis. Esses profissionais exercem a catação de forma organizada em vários bairros de Campina Grande-PB (RIBEIRO *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2015).

Seguindo os princípios da tecnologia social e da ergonomia foram desenvolvidos dois carrinhos coletores e uma mesa de triagem, que favoreceram de forma significativa o exercício profissional dos catadores associados à ARENSA por reduzir os esforços físicos durante a jornada de trabalho e os impactos negativos sobre a saúde desses profissionais, além de contribuir para o aumento da renda (RIBEIRO *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2015).

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010) dispõe, no Art. 36, inciso II, estabelecer sistemas de coleta seletiva, contemplando, no inciso IV do respectivo artigo, implantar sistemas de compostagem para resíduos sólidos orgânicos (BRASIL, 2010).

A compostagem é o processo de decomposição da matéria orgânica pela ação de fungos bactérias e outros organismos que, agindo em ambiente aeróbio, na presença de água, transformam matéria orgânica em composto orgânico (TEIXEIRA *et al.*, 2005) e objetiva, sobretudo, a higienização e a estabilização de material orgânico contaminado (SILVA *et al.*, 2011).

3.2. Tratamento de Resíduos Sólidos Orgânicos por Compostagem

Independente da origem, os resíduos sólidos orgânicos domiciliares apresentam organismos patogênicos em quantidade próxima aos resíduos sólidos de serviços de saúde, com características sanitárias que comprometem a saúde pública (LANGE; CUSSIOL, 2007).

Para Silva *et al.*, (2011), em estudo efetivado no bairro de Santa Rosa, Campina Grande-PB, a compostagem mostrou-se um método eficiente por possibilitar a estabilização e a higienização de resíduos sólidos orgânicos domiciliares, com a eliminação de 100% dos organismos patogênicos.

Em análise realizada com resíduos sólidos orgânicos domiciliares em três municípios paraibanos, Silva *et al.*, (2010) verificaram a quantidade média de 13 ovos viáveis/gST, reafirmando a contaminação desses resíduos e a necessidade de tratá-los antes do procedimento de disposição final. Em Campina Grande-PB, no bairro de Santa Rosa, foi encontrada a quantidade média de 0,60 ovos viáveis/gST (SILVA *et al.*, 2014).

Um agravante dessa situação para regiões semiáridas é a questão da escassez de água, onde as pessoas comumente fazem uso de água sem qualquer tipo de tratamento. Aplicam a irrigação de culturas agrícolas com esgoto bruto ou tratado primariamente, associado à lavagem inadequada dos alimentos que, habitualmente, é realizada apenas com água, pode explicar a prevalência de ovos de helmintos nos resíduos sólidos orgânicos (SILVA, 2010).

A gestão integrada dos resíduos sólidos, observando tecnologias eficientes de tratamento dos mesmos, é fundamental, pois, como afirma Fonseca *et al.*, (2010), uma vez presente no ambiente e em alimentos, os ovos de helmintos não são removidos com facilidade por lavagem simples e podem permanecer por até dez anos no meio ambiente.

O método de compostagem apresenta o potencial de eliminar grande parte dos microrganismos patogênicos, transformando o resíduo em um fertilizante que melhora as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo agrícola (GUIDONI *et al.*, 2013).

Através dessa tecnologia podem ser tratados diversos resíduos sólidos orgânicos domiciliares, como sobras de frutas e de legumes, borra de café, cascas de ovos, guardanapos usados (sem resíduos de frituras), restos de comida, os resíduos provenientes da agricultura, assim como, as podas de árvores e de outros vegetais (MUSSE; SCHULZ; MAROS, 2011).

Para Santos (2007), a compostagem pode ser realizada tanto em grande escala, compreendendo os sistemas centralizados, quanto em pequena escala, por meio dos sistemas descentralizados.

Os sistemas centralizados são representados por grandes pátios de compostagem, também denominados de usinas de compostagem, constituindo uma prática relativamente nova no Brasil. As primeiras usinas instaladas no país datam da década de 70 (VASCONCELOS, 2003), no entanto, a realização incorreta do processo de compostagem em larga escala tem contribuído para que o produto final seja de baixa qualidade, comprometendo o seu uso na agricultura e diminuindo seu potencial de comercialização (BARREIRA, 2006). Em contra partida, os sistemas de tratamento descentralizados dos resíduos sólidos orgânicos tem se mostrado uma tecnologia sustentável, devido, principalmente, à possibilidade de aplicação do composto resultante na própria localidade com menor risco de contaminação daqueles que estão diretamente ou indiretamente relacionados com o composto. A gestão desse tipo de sistema é facilitada, uma vez que o gerador é o responsável pelo sistema (SANTOS, 2013). Além disso, existe a possibilidade de construção e de ampliação gradativa do sistema de tratamento em oposição aos sistemas centralizados (WAGNER; BELLOTTO, 2008).

O tratamento dos resíduos sólidos orgânicos por compostagem se mostra como alternativa viável e de baixo custo (TEIXEIRA *et al.*, 2002), de fácil operação, e dentro dos princípios da prevenção e da sustentabilidade, uma possibilidade de mitigar impactos negativos da problemática dos resíduos sólidos (SILVA *et al.*, 2011), estabilizando a matéria orgânica e reduzindo o volume dos resíduos encaminhados para aterros sanitários (HERBETS *et al.*, 2005; GUIDONI *et al.*, 2013). No entanto, a sua eficiência requer a observância e o monitoramento de diferentes parâmetros.

3.3. Parâmetros que influenciam no processo de compostagem

O processo de compostagem acontece com a atuação de uma diversificada biota de organismos aeróbios responsáveis pela degradação da matéria orgânica, esses, por sua vez, dependem de condições ambientais favoráveis para completar a degradação do material orgânico (CORDEIRO, 2010).

Para o adequado desempenho e controle do processo de compostagem, alguns parâmetros devem ser considerados, dentre eles, o teor de umidade, a granulometria, a aeração com o respectivo ciclo de reviramento e a relação C/N, pH e temperatura (HERBETS *et al.*, 2005; TEIXEIRA *et al.*, 2005; PAULA; CEZAR, 2011; SANTOS; SANTOS, 2008; BUSNELLO *et al.*, 2013). O controle desses parâmetros tem como principal contribuição proporcionar as condições ótimas para o desenvolvimento dos organismos que irão realizar a decomposição do resíduo orgânico (CORDEIRO, 2010).

A faixa de umidade ótima para a ação benéfica dos organismos situa-se entre 50 a 60% (TEIXEIRA *et al.*, 2005; SANTOS; SANTOS, 2008). Teores de umidade muito elevados podem converter o sistema aeróbio para anaeróbio, ocasionando a geração de chorume (HERBETS *et al.*, 2005). Para corrigir o excesso de umidade são indicados o reviramento da leira e a adição de materiais secos ou estruturantes (BRASIL, 2013). Esses materiais facilitam a distribuição do oxigênio e melhoram a capacidade de retenção de umidade na massa de resíduos processados (MARQUES; HOGGLAND, 2002).

Como materiais estruturantes, devem ser considerados os materiais porosos, que possibilitam a aeração do meio e que sirvam como fonte de carbono (GUIDONI *et al.*, 2013). É possível citar, como exemplos, a casca de arroz, os resíduos de Jardim, como gramas e folhas, o esterco bovino e a serragem (MARQUES; HOGGLAND, 2002), folhas, gramas, farelo e rejeito, sendo esses dois últimos resultantes de outros ciclos de compostagens (SILVA *et al.*, 2014), bagaço de cana-de-açúcar (MAGALHÃES *et al.*, 2006; SILVA; ÍTAVO, 2014), restos de vegetais secos e serragem provenientes de madeira não tratada para evitar a presença de componentes químicos, pois esses podem inibir a ação dos organismos responsáveis pela decomposição

(MARAGNO; TROMBIN; VIANA, 2007), bem como podas de árvore (ROVATI; PESSIN, 2011).

A temperatura é um fator indicativo do equilíbrio biológico, de fácil monitoramento e que reflete a eficiência do processo. O aumento da temperatura está associado à alta atividade metabólica da microbiota aeróbia (GUIDONI *et al.*, 2013). No entanto, temperaturas muito altas (acima de 80°C), por longos períodos de tempo, podem inibir o crescimento e provocar a morte de organismos não termotolerantes, reduzindo, desse modo, a taxa de decomposição (RUSSO, 2004). Por outro lado, a eficiência da sanitização depende do tempo de exposição do material da leira, quando submetido às altas temperaturas, e da sua uniformidade em toda a leira (ARTHURSON, 2008). De acordo com a temperatura, o processo de compostagem pode ser dividido em três fases denominadas como: mesófila, termófila e criófila. Entretanto, Silva, (2008) apresenta outras fases, conforme classificação encontrada na literatura e apresentada por meio do Quadro 1.

Quadro 1. Fases da compostagem e suas respectivas temperaturas.

| Referências | Nº de Fases | Fases | Temperatura (°C) |
|--------------------------------|-------------|-------------------------------|--|
| Polprasert (1989) | 04 | Latente | Ambiente |
| | | Crescimento | Mesófila: 25-45 |
| | | Termofílica | Termófila: 50-65 |
| | | Maturação | Mesófila: 25-45 |
| Haug (1993) | 02 | Intensa atividade | 45-65 |
| | | Cura | 20-45 |
| Pereira Neto (1996) | 02 | Degradação ativa | Psicrófila: 10-20 Mesófila: 20-45 Termófila: 45-65 |
| | | Maturação ou cura | Mesófila: 20-45 |
| Kiehl (1998) | 03 | Fitotóxica | Mesófila: 20-40 |
| | | Semi-cura ou bioestabilização | Termófila: 40-65 |
| | | Cura ou humificação | Ambiente |
| Hoorweg; Thomas e Otten (2000) | 03 | Inicial - Psicrófila: | 10-20 |
| | | Mesófila | 20-50 |
| | | Intensa atividade | Termófila: 45-75 |
| | | Cura ou maturação | Mesófila: 20-50 |
| Bidone (2001) | 04 | Inicial –psicrófila | 10-20 |
| | | Mesofílica | 20-45 |
| | | Degradação ativa | Termófila: 40-60 |
| | | Resfriamento | Mesófila: 20-45 |
| | | Maturação ou cura | Ambiente |

Quadro 1.Fases da compostagem e suas respectivas temperaturas (Continuação).

| Referências | Nº de Fases | Fases | Temperatura (°C) |
|-------------------------------------|-------------|--------------------------|------------------|
| Gallizzi (2003) | 03 | Inicial | Mesófila:<40 |
| | | Atividade | Termófila: 40-70 |
| | | Maturação | Mesófila: <40 |
| Correa, Fonseca e Correa | 03 | Mesofílica | <45 |
| | | Termofílica | 55-80 |
| | | Mesofílica | <45 |
| Mancini <i>et al.</i> (2006) | 04 | Adaptação ou latência | Ambiente |
| | | Mesofílica | 20-40 |
| | | Termofílica | 55-75 |
| | | Maturação ou humificação | Ambiente |
| Neklyudov, Fedotov e Ivankin (2008) | 03 | Mesofílica | <45 |
| | | Termofílica | 55-60 |
| | | Resfriamento | <45 |
| Saludes <i>et al.</i> (2008) | 03 | Mesofílica | <45 |
| | | Termofílica | 45-55 |
| | | Mesofílica | <45 |
| Mohee, Mudhoo e Unmar (2008) | 03 | Mesofílica | <45 |
| | | Termofílica | 45-75 |
| | | Mesofílica | <45 |

Fonte: Silva, (2008).

Em tratamento de resíduos sólidos orgânicos, coletados em meios de hospedagem, Pessin *et al.*, (2005) verificaram temperaturas mesófilas até os primeiros dez dias de monitoramento, elevando-se, após esse período, e passando para a fase termófila, atingido temperaturas superiores a 45 °C e permanecendo por 30 dias. Paula e Cesar (2014) verificaram temperaturas termófilas, a partir do 8º dia de compostagem, registrando valores acima de 43 °C, mantendo-se por um período de tempo de 20 dias.

Por outro lado, Silva *et al.*, (2011) verificaram que as temperaturas termófilas podem variar em função dos níveis de umidade, constando permanência de temperaturas termófilas por períodos entre quatro e sete dias, em tratamentos que sofreram interferência de chuvas e de seis, oito, e nove dias, para tratamentos que não sofreram intervenção de chuvas, sendo constatada a eficiência de 100% na inviabilização de ovos de helmintos em todos os tratamentos.

Há sugestões de que a inativação de ovos de helmintos aconteça da seguinte forma: no tempo de sete minutos a uma temperatura de 70°C; 30

minutos a 65 °C; duas horas a 60 °C; 15 horas a 55 °C ou três dias a 50 °C, conforme Carrington (2001), citado por Silva, (2008).

A terceira fase da compostagem é caracterizada pela queda da temperatura para a fase mesófila, ou seja, término da bioestabilização e início da humificação. Na quarta fase denominada criófila, a temperatura vai se aproximando da temperatura ambiente, indicando que o composto está humificado (PESSIN *et al.*, 2005).

Baixas temperaturas nas primeiras semanas do processo de compostagem refletem o desempenho insatisfatório do sistema e que alguma condição não está sendo favorável à atividade biológica (SILVA, 2008). Para Teixeira (2005), o não aquecimento da leira até o quinto dia de compostagem pode ser causado pela falta ou excesso de nitrogênio ou pela falta de umidade.

Existem divergências na literatura quanto ao tempo de ocorrência e duração das fases de compostagem. O período de acontecimento de cada uma dessas fases pode variar em função do controle adequado dos diversos fatores que influenciam no processo (SILVA, 2008). Estima-se que o processo de bioestabilização dure entre 60 e 90 dias e o processo total, até que o composto atinja a humificação, pode levar de 90 a 120 dias (BRASIL, 2010a).

O reviramento possibilita o fornecimento de oxigênio necessário aos organismos que desempenham o processo de compostagem. Além do reviramento, outros fatores, como a natureza do material, o tamanho das partículas e o teor de umidade, podem comprometer a aeração, e, portanto, o aumento da temperatura, influenciando no desempenho do processo de compostagem (SANTOS; SANTOS, 2010).

A frequência de reviramento influencia diretamente os níveis de temperatura. Não há consenso na literatura sobre a frequência de reviramentos (SILVA, 2008). Teixeira *et al.*, (2005) sugerem reviramento semanal; Silva *et al.*, (2011) compararam as frequências de dois e de três reviramentos semanais e não constataram diferenças estatística significativas. Diante disso, pode-se afirmar que a frequência de dois reviramentos semanais pode ser considerada eficiente do ponto de vista do processo de compostagem.

O pH sofre uma evolução temporal no processo de compostagem. Na fase inicial da compostagem, também denominada como fase mesófila, o material produzido pode se tornar mais ácido (de 5,0 a 6,0), devido à formação de ácidos minerais e gás carbônico (BUSNELLO *et al.*, 2013).Evoluindo para valores mais elevados, tendendo à formação de um composto com pH alcalino com valores entre 8,0 e 9,0 (SILVA, 2008). No entanto, no composto final, esses valores podem variar de acordo com o material orgânico e com o processo de compostagem (SANTOS, 2007). Porém, de acordo com a Instrução Normativa nº 25, de julho de 2009, a faixa ótima para pH deve ser superior a 6,0 (BRASIL, 2009).

A granulometria é determinada pelo tamanho das partículas de cada material que compõe a leira, influenciando no arejamento e estabilidade geométrica (SILVA, 2008). Um método utilizado para diminuir o tamanho das partículas é a trituração. O ato de triturar pode diminuir o tempo de estabilização de resíduos tratados por meio da compostagem em comparação aos não triturados (SILVA *et al.*, 2011). Quanto menor for o tamanho das partículas, maior é a sua superfície específica e, mais fácil é a degradação microbiana, em contrapartida, aumentam os riscos de compactação e, conseqüentemente, o comprometimento da aeração (CORDEIRO, 2010).Na compostagem de resíduos sólidos domiciliares, recomenda-se o tamanho ideal na faixa de 20 a 50 mm (HERBETS *et al.*, 2005).

A relação C/N é determinante para o desenvolvimento do processo de compostagem, pois, tanto o carbono como o nitrogênio são macronutrientes essenciais para a nutrição dos microrganismos e para o crescimento microbiano (MADIGAN *et al.*, 2010).

Na literatura, a relação C/N recomendada é bastante variável, situando-se entre as faixas de 30:1 e 20:1. No entanto, Silva *et al.*, (2011) verificaram que a relação C/N no substrato inicial na faixa de 17:1 e 20:1 propiciou o processo de compostagem e originou compostos dentro dos parâmetros estabelecidos pela Instrução Normativa Nº 25, de 23 de julho de 2009 (6:1 e 8:1). Quando a relação C/N é muito superior a 30:1, o crescimento dos microrganismos é retardado e o processo de compostagem se torna mais

demorado (TEIXEIRA *et al.*, 2005). Tal relação é importante para determinar o grau de maturidade do composto e para definir sua qualidade agrônômica (LOUREIRO *et al.*, 2007). De acordo com a Instrução Normativa do Ministério da Agricultura, nº 25, de 23 de julho de 2009, a faixa ótima de pH para compostos orgânicos deve ser maior que 6,0 e umidade menor que 50 (BRASIL, 2009).

3.4. Educação Ambiental para a Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

Praticar a Educação Ambiental requer reflexão sobre os problemas socioambientais que a sociedade vivencia e sobre as formas de como o ser humano, enquanto causador e vítima dessa problemática, coloca-se à frente a essa realidade. A Educação Ambiental tem como contribuição dialogar sobre a crise em que se vivencia, incluindo o ser humano, não apenas como um espectador de um discurso moralista e disciplinador, mas, considerando-o na construção de um diálogo que busca, entre outras coisas, a recuperação da auto-estima e o cuidado pela sua própria vida e pela vida do seu semelhante (NASCIMENTO; SANTOS, 2011).

Praticar a Educação Ambiental demanda pensar os pressupostos dos processos produtivos, das mudanças nos hábitos de consumo e na urbanização, gerando formas alternativas de produção energética e de distribuição de renda (SIQUEIRA; MORAES, 2009). É preciso considerar os problemas ambientais, tomando-se par da realidade social, no qual o indivíduo é submetido, o que pode acontecer através da discussão de temas geradores, como a problemática dos resíduos sólidos.

Através das ações em Educação Ambiental, que motivam a construção de conhecimento, a partir da realidade da população de forma emancipatória, conquistas importantes podem ser alcançadas para a efetiva implantação da gestão integrada dos resíduos sólidos. Dentre as quais, é possível destacar: a organização de catadores de materiais recicláveis em associações; o reconhecimento dos próprios catadores de materiais recicláveis como profissionais e a importância dessa profissão no contexto ambiental e social e o despertar sobre a necessidade de melhoria das condições de trabalho, de moradia, de higiene e de qualidade de vida desses profissionais (SILVA *et al.*,

2011); a efetivação de programas de coleta seletiva, e; a compreensão dos diversos segmentos da sociedade sobre os benefícios do empoderamento de tecnologia de tratamento dos resíduos sólidos orgânicos (SILVA *et al.*, 2009). Tendo como questão principal, a garantia e a preocupação com a sustentabilidade ambiental e social do planeta (SORRENTINO *et al.*, 2005).

No contexto da gestão integrada dos resíduos sólidos é necessário que as políticas públicas sejam efetivadas, juntamente com ações em Educação Ambiental (COSTA *et al.*, 2015), e estas devem atingir os vários setores da sociedade local, de modo a fomentar a articulação entre gestores municipais e a sociedade civil organizada e o princípio de corresponsabilidade (SILVA *et al.*, 2009).

Educação Ambiental deve ser aproveitada como instrumento para reflexão das pessoas no processo de mudança de atitudes relativas ao correto descarte dos resíduos sólidos e à valorização ambiental, por possibilitar o nivelamento de conhecimentos junto às comunidades. Ao mesmo tempo em que sensibiliza e mobiliza para ações que visam a melhoria das condições ambientais e a sustentabilidade (LAMANNA; GÜNTHER, 2008).

Promover a Educação Ambiental pode ser um caminho para a sensibilização e compreensão acerca dos problemas presentes no processo de gestão de resíduos sólidos, sobretudo, os resíduos domiciliares, a partir do delineamento de estratégias que visam mudanças do cenário identificado (SILVA *et al.*, 2014). Diante disso, a Educação Ambiental reserva ao educador o papel de animador e o desafio de criar a cada olhar uma nova visão da realidade ambiental, a qual o indivíduo pertença. A partir desse novo olhar, através da Educação Ambiental, começar a mudar as atitudes frente à natureza (VASCONCELOS; PEREIRA; SILVA, 2014).

Tomando como perspectiva a viabilidade da prática de Educação Ambiental como espaço de diálogo social entre a comunidade, outros benefícios estão associados, como por exemplo, a melhoria das condições de trabalho dos catadores de materiais recicláveis, desde que aconteça por meio de um processo educacional (SILVA, 2011). Com isso, o diálogo deve

promover diferentes debates e discussões que contribuam para a tomada de decisão frente aos problemas socioambientais, a partir da realidade local.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos metodológicos desta pesquisa compreenderam as etapas de mobilização e sensibilização das famílias participantes por meio de processo de Educação Ambiental, caracterização dos resíduos sólidos orgânicos domiciliares, coleta dos resíduos sólidos orgânicos domiciliares gerados pelas famílias, montagem e monitoramento do sistema experimental de tratamento de resíduos sólidos orgânicos domiciliares e avaliação do composto resultante.

4.1. Caracterização da pesquisa

Esta pesquisa foi realizada no período de junho de 2013 a junho de 2015, na Comunidade Jesus Libertador, no bairro Malvinas, em Campina Grande, estado da Paraíba, tendo por base os princípios da pesquisa experimental (MARCONI; LAKATOS, 1999) e da pesquisa participante (THIOLLENT, 2008).

A escolha da comunidade para a coleta de resíduos orgânicos domiciliares utilizados no tratamento decorreu do processo de formação de agentes multiplicadores em Educação Ambiental realizado de 2011 a 2012, envolvendo a participação de 30% dos líderes comunitários, os quais destacaram a poluição, causada pela disposição inadequada dos resíduos sólidos domiciliares, como um dos principais problemas do bairro, expressando o desejo de resolvê-los (BISPO; SABINO; SILVA, 2013).

A pesquisa experimental foi executada no Laboratório do Grupo de Extensão e Pesquisa em Gestão e Educação Ambiental (GGEA), situado no Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Campus I, da Universidade Estadual da Paraíba, localizado no bairro Bodocongó, em Campina Grande-PB (latitude: 7° 13' 50"; longitude: 35° 52' 52", a 551 m acima do nível do mar). Os princípios da pesquisa experimental embasaram o desenvolvimento e o monitoramento do sistema de tratamento dos resíduos sólidos orgânicos

domiciliares gerados pelas famílias cadastradas que aceitaram participar do projeto.

A pesquisa participante fundamentou o processo de sensibilização, de formação e de mobilização das famílias e de líderes comunitários para a disponibilização dos resíduos sólidos e foi aplicada no bairro Malvinas com famílias que praticavam a coleta seletiva e repassavam os resíduos sólidos recicláveis secos aos catadores de materiais recicláveis da Associação de Catadores de Materiais Recicláveis da Comunidade Nossa Senhora Aparecida (ARENDA).

O cadastramento abrangeu 63 famílias, selecionadas a partir de amostragem aleatória estratificada, de um total de 283 residências, que se disponibilizaram para participar do projeto de tratamento de resíduos sólidos orgânicos domiciliares.

4.2. Caracterização da área de estudo

O município de Campina Grande (7°13'11" sul, 35°52'31" oeste, a 550 m acima do nível do mar) está situado a 120 km de João Pessoa, capital do Estado da Paraíba, na Serra da Borborema, e apresenta área urbana de 594.182 km². Sua população estimada para 2014 corresponde a 402.912 habitantes (IBGE, 2014). Oficialmente, tem 53 bairros.

O presente trabalho ocorreu no bairro Malvinas, cujas características estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características básicas do bairro Malvinas, Campina Grande-PB, 2014.

| Bairro | População (Número de habitantes) | | | Alfabetizados (%) | Rendimento médio mensal (R\$) |
|----------|-------------------------------------|----------|--------|----------------------|-------------------------------------|
| | Homens | Mulheres | Total | | |
| Malvinas | 40.457 | 48.000 | 88.457 | 91,6 | 1.088,33 |

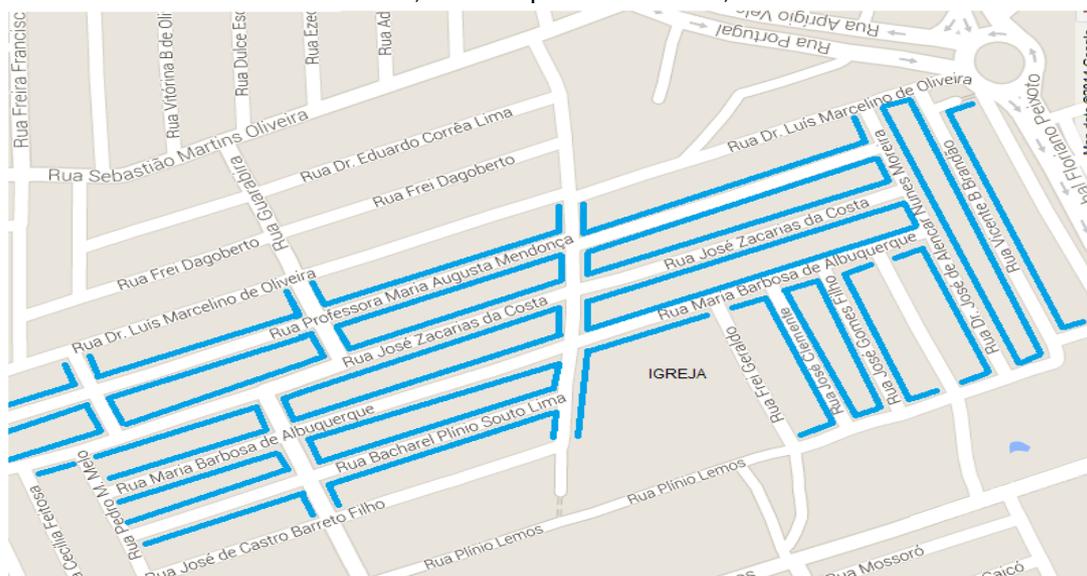
Fonte: BRASIL, (2014).

4.3. Caracterização dos resíduos sólidos domiciliares

4.3.1. Caracterização gravimétrica de resíduos sólidos domiciliares gerados por famílias situadas no entorno da Comunidade Jesus Libertador, no bairro Malvinas, Campina Grande-PB

A área escolhida para a amostragem está situada no âmbito da Comunidade Jesus Libertador, no bairro Malvinas, em Campina Grande-PB, como mostra a Figura 1.

Figura 1. Localização em azul das ruas situadas no entorno da Comunidade Jesus Libertador com famílias que participaram da caracterização dos resíduos sólidos domiciliares bairro Malvinas, em Campina Grande-PB, 2014.



Fonte: Adaptado do Google Maps, (2014).

Com o objetivo de viabilizar a coleta dos resíduos para a caracterização, foram selecionadas dez ruas situadas no entorno da Comunidade Jesus Libertador, com domicílios participantes do projeto de coleta seletiva. A escolha foi determinada pela disponibilidade das famílias em participar do processo de caracterização.

Para a caracterização dos resíduos sólidos foi adotada a metodologia proposta por Silva *et al.*, (2002). Durante três semanas e em dias alternados terça, quinta e sábado, obedecendo aos dias da coleta municipal, os resíduos foram coletados e pesados.

A cada coleta, os resíduos foram pesados em sua totalidade e, posteriormente, separados de acordo com a classificação estabelecida pela

resolução CONAMA, 275/2001 (BRASIL, 2001), que os organizam em cores: papel; plástico; vidro; metal, e; matéria orgânica.

4.3.2. Caracterização física, química e Biológica de resíduos sólidos orgânicos produzidos por famílias localizadas no entorno da Comunidade Jesus Libertador no bairro Malvinas, em Campina Grande-PB

A caracterização física, química e biológica realizada para os resíduos sólidos orgânicos estão descritos no Quadro 2.

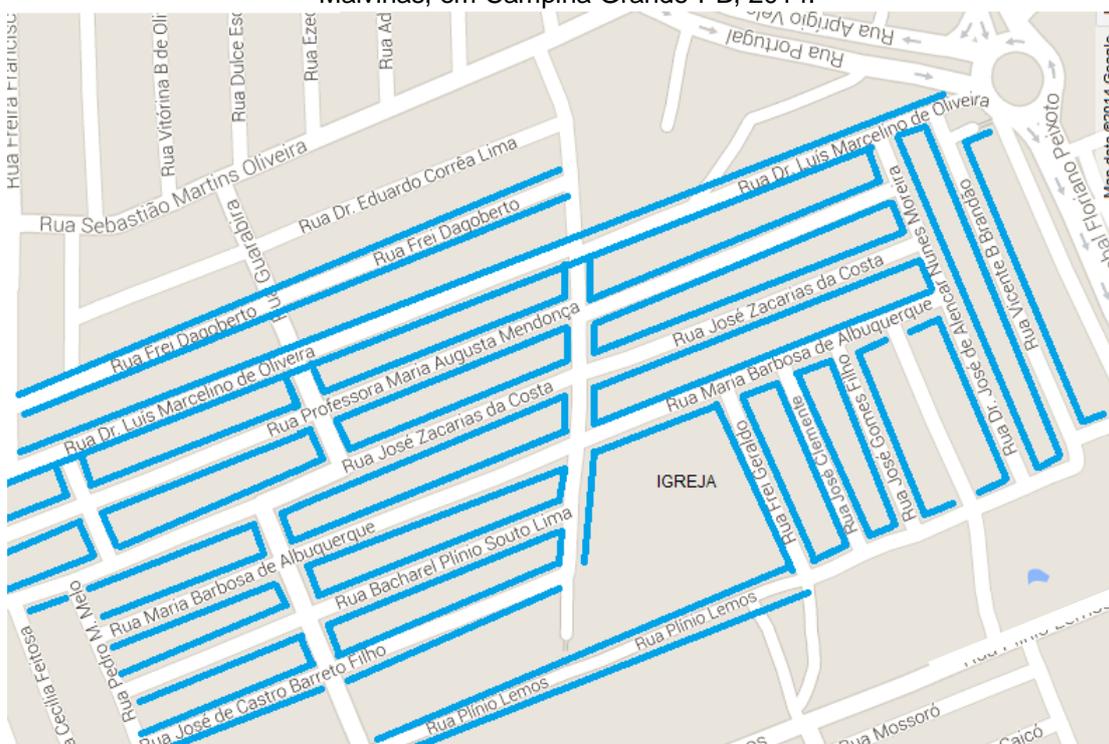
Quadro 2. Tipo, composição, sigla utilizada e fonte geradora dos resíduos utilizados na composição do substrato empregado nos sistemas de compostagem, Campina Grande- PB, 2014.

| Tipo de Resíduo | Sigla | Composição | Fonte geradora |
|---|--------------|--|---|
| Resíduos sólidos orgânicos domiciliares | RSOD | Cascas de frutas e de hortaliças, restos de comida | Famílias situadas no entorno da comunidade Jesus Libertador |
| Resíduos de flores | RFL | Flores ornamentais | Igreja Jesus Libertador |
| Resíduos de folhas | RFO | Folhas secas, com predominância folhas de jambeiro | Famílias situadas no entorno da comunidade Jesus Libertador |

Para a determinação do número de residências para coleta de resíduos sólidos orgânicos com fins de caracterização adotou-se a amostragem aleatória estratificada, respeitando-se a disponibilidade das famílias em conceder os resíduos gerados.

O universo amostral foi constituído por 63 famílias (22,6%), distribuídas em 13 ruas do bairro Malvinas, nas quais já havia sido implantada a coleta seletiva, conforme mostra a Figura 2.

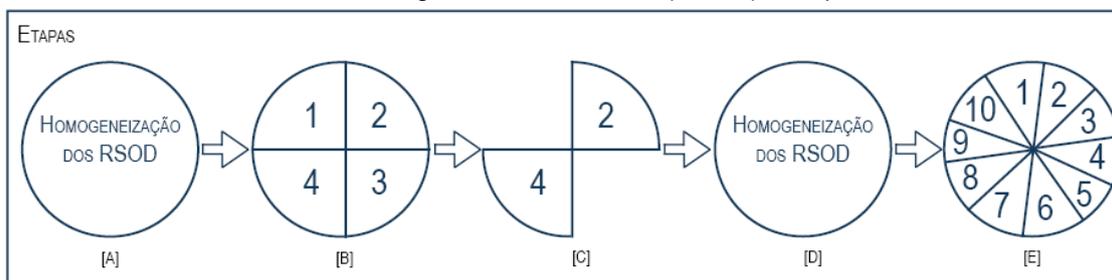
Figura 2. Localização em azul das ruas situadas no entorno da Comunidade Jesus Libertador com famílias que participaram da caracterização dos resíduos sólidos domiciliares bairro Malvinas, em Campina Grande-PB, 2014.



Fonte: Adaptado do Google Maps, 2014.

O método empregado para determinar a composição das amostras de resíduos orgânicos domiciliares após cada dia de coleta foi o de quarteamento, organizado conforme Figura 3.

Figura 3. Desenho esquemático do Método de quarteamento aplicado para a composição das amostras de resíduos sólidos orgânicos domiciliares (RSOD), Campina Grande-PB, 2014.



A - Homogeneização dos resíduos após a coleta; B - primeiro quarteamento; C - separação de duas partes opostas para a formação de uma nova amostra; D - homogeneização das duas partes opostas; E - composição de dez amostras compostas.

Para o ordenamento das amostras seguiram-se as seguintes etapas:

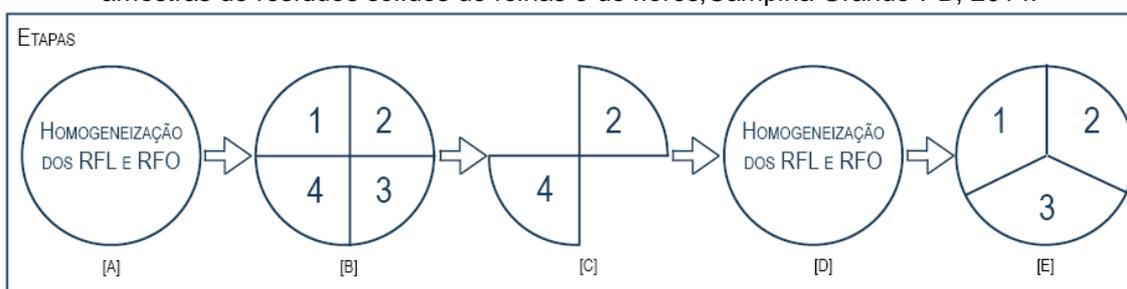
- I. Foram realizadas três coletas durante uma semana em dias alternados, respeitando os dias da coleta municipal;
- II. Ao término de cada coleta, os resíduos foram pesados e despejados sobre uma lona plástica, seguido do processo de mistura (A) e de quarteamento das amostras (B), que consistiu na divisão em quatro partes da amostra pré-homogeneizada, sendo tomadas duas partes opostas (C) para formar uma nova amostra, descartando as partes restantes;
- III. As duas partes da nova amostra foram novamente homogeneizadas (D) e divididas em dez partes (E), permitindo a obtenção de dez amostras constituídas por coleta, totalizando um número de trinta amostras ao final das três coletas.

Para a quantificação e caracterização dos resíduos de flores e de folhas, gerados na igreja da Comunidade Jesus Libertador, foram coletadas três amostras durante três semanas consecutivas, obedecendo-se ao dia de troca das flores que ornamentam a igreja.

Os resíduos de folhas e flores foram coletados e pesados, determinando-se a composição em percentual de peso de matéria fresca, a média e o desvio padrão.

Após serem completadas as três coletas, seguiu-se o processo de composição das amostras, adotando-se o método de quarteamento, descrito conforme Figura 4.

Figura 4. Desenho esquemático do método de quarteamento aplicado para a composição das amostras de resíduos sólidos de folhas e de flores, Campina Grande-PB, 2014.



A- homogeneização dos resíduos após coleta; B- primeiro quarteamento; C- separação de duas partes opostas para a formação de uma nova amostra; D- homogeneização das duas partes opostas; E- composição de três amostras compostas.

Após a composição das amostras referentes aos resíduos sólidos orgânicos domiciliares, de folhas e de flores, procedeu-se à caracterização física, química e sanitária. Esta compreendeu apenas a avaliação de ovos de helmintos.

Optou-se por investigar ovos de helmintos como parâmetro para a avaliação sanitária, devido a sua relevância para estudos relacionados à saúde pública. Além disso, verificou-se que há poucas contribuições na literatura nacional e internacional relativas aos estudos com esses dados (SILVA *et al.*, 2010). Existem estudos que afirmam que ovos de helmintos possuem alta resistência a estresse ambiental e alta prevalência no Brasil, conforme WHO (2004) e Silva *et al.* (2010).

De acordo com Silva, Marzochie e Santos (1991), os ovos de helmintos por serem maiores, mais resistentes e mais fáceis de serem evidenciados no meio ambiente, fornecem indicação segura da contaminação fecal atual ou recente, podendo constituir-se em coadjuvantes necessários a um adequado monitoramento sanitário do ambiente.

Para as análises físicas e químicas, foram seguidas as recomendações previstas no *Standard Methods for Examination of the Water and Wastewater* (APHA; AWA, 2005) (Apêndice 5).

As análises de ovos de helmintos foram feitas com base em Meyer (1978), com as modificações sugeridas por Silva *et al.* (2008), que ao realizar testes com métodos sugeridos por Meyer, Yanko e Bailing, todos citados por Soccol *et al.* (2000), chegou a conclusão de que o Meyer, considerando-se algumas modificações, constitui o método mais eficiente, permitindo a identificação dos ovos de helmintos nas diferentes fases do processo de compostagem, incluindo o composto final.

As modificações feitas por Silva *et al.* (2008) referem-se à preparação da amostra: peso da amostra (25/g), lavagens prévias com solução de água sanitária a 50% (componente ativo hipoclorito de sódio) e filtração dupla por filtro de *nylon*, para garantir o máximo de recuperação de ovos.

Tomando por base as indicações de Silva *et al.*, (2008) a análise da viabilidade de ovos de helmintos foi executada por meio da técnica de coloração rápida, utilizando-se de solução de safranina a 0,1%. A técnica baseia-se no uso de corante biológico para detectar as trocas de permeabilidade da membrana vitelina dos ovos (SILVA *et al.*, 2008).

4.4. Atividades de Educação Ambiental aplicadas às famílias situadas no entorno da Comunidade Jesus Libertador no bairro Malvinas, Campina Grande-PB, para a coleta de resíduos sólidos e implantação do sistema de compostagem

As atividades de Educação Ambiental, aplicadas junto à Comunidade Jesus Libertador, obedeceram ao princípio da pesquisa participante (THIOLLENT, 2008), no sentido de sensibilizar e mobilizar os líderes comunitários e as famílias para a viabilização do projeto. As atividades estão dispostas no Quadro 3.

Quadro 3. Atividades de Educação Ambiental aplicadas às famílias situadas no entorno da Comunidade Jesus Libertador, no bairro Malvinas para a coleta de resíduos sólidos e implantação do sistema de compostagem, Campina Grande-PB, 2014.

| Atividades | Objetivos |
|---|---|
| Visita à área de estudo com o acompanhamento de um líder comunitário | Apresentar o projeto às famílias; Identificar os moradores com interesse de participar do projeto. |
| Mobilização e cadastramento das famílias | Promover a sensibilização e mobilização das famílias para a execução do projeto; Realizar o cadastro das famílias que aderiram ao projeto; Expor e discutir o planejamento de atividades. |
| Sensibilização e mobilização para a implantação da coleta seletiva e repasse dos resíduos sólidos recicláveis secos à ARENSA. | Implantar a coleta seletiva nas ruas situadas no entorno da comunidade Jesus Libertador; Proporcionar a inserção dos catadores de materiais recicláveis na gestão dos resíduos sólidos; Promover o destino adequados dos resíduos sólidos domiciliares; Reduzir a quantidade de resíduos enviada ao local de disposição final. |
| Mobilização para a caracterização dos resíduos sólidos domiciliares | Realizar a caracterização dos resíduos sólidos domiciliares. |

Quadro 3. Atividades de Educação Ambiental aplicadas às famílias situadas no entorno da Comunidade Jesus Libertador, no bairro Malvinas para a coleta de resíduos sólidos e implantação do sistema de compostagem, Campina Grande-PB, 2014 (Continuação).

| Atividades | Objetivos |
|---|---|
| Realização de seminário e entrega de folhetos informativos(Apêndice 01) | <p>Apresentar os resultados da caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares.</p> <p>Discutir a importância da gestão integrada dos resíduos sólidos domiciliares para o bairro.</p> <p>Debater a necessidade de tratamento dos resíduos sólidos orgânicos domiciliares.</p> <p>Expor o modelo experimental de composteiras para tratamento dos resíduos sólidos orgânicos do bairro.</p> |
| Distribuição de folhetos informativos sobre compostagem (Apêndice 02 e 03) | Possibilitar a sensibilização das famílias para aquisição e disposição dos resíduos orgânicos previamente selecionados para montagem do experimento. |
| Apresentação dos resultados referentes ao experimento de compostagem(Apêndice 04) | <p>Apresentar e discutir os resultados referentes ao experimento;</p> <p>Expor os compostos resultantes dos diferentes tipos de composteiras;</p> <p>Observar a reação das pessoas a respeito do resultado final da compostagem.</p> |

4.5. Compostagem de resíduos sólidos orgânicos domiciliares

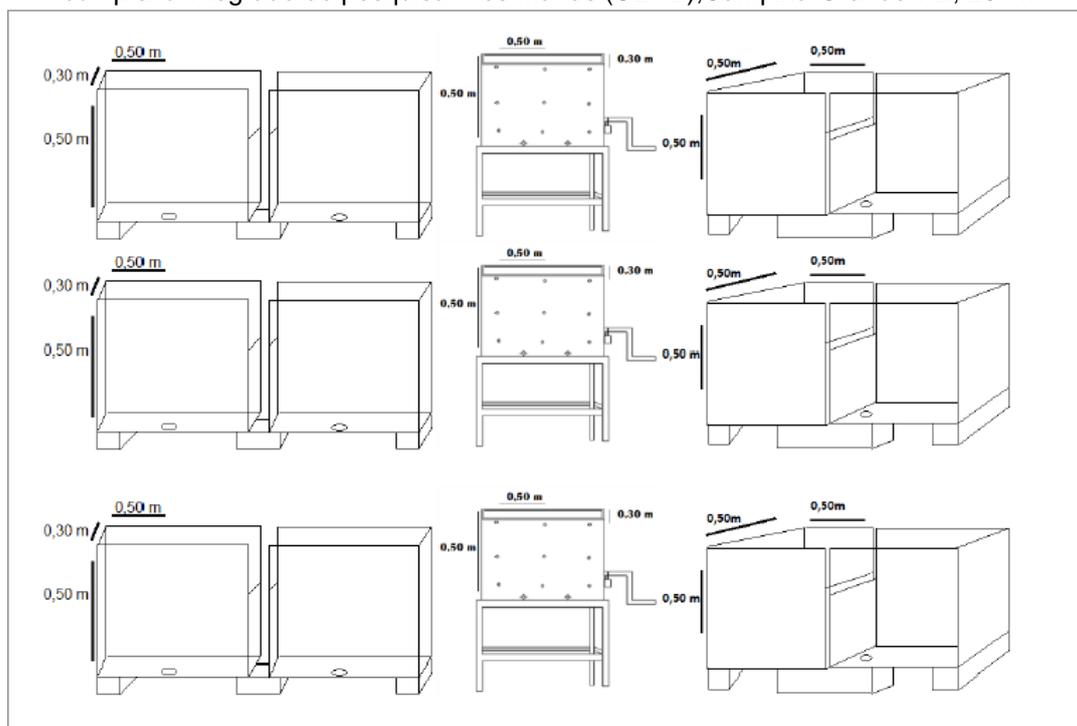
4.5.1. O Sistema Experimental de tratamento

O desenvolvimento de um produto deve partir da elaboração de um projeto para a especificação das suas dimensões, da sua forma e da sua configuração, pois, são essas características que definirão o desempenho do produto quando esse estiver em serviço (CALLISTER, Jr., 2006).

O Sistema Experimental de compostagem de resíduos sólidos orgânicos domiciliares consistiu em três tratamentos (CCR, CCQ e CAR) com três repetições (R1, R2 e R3), conforme Quadro 4, totalizando nove composteiras, sendo seis com estrutura em concreto, formadas por dois compartimentos e

apresentando reviramento manual com auxílio de instrumentos agrícolas, e três demais com estrutura em alumínio e aço inoxidável(CAR), formadas por um único compartimento e sistema de reviramento mecânico, conforme Figura 5.

Figura 5. Desenho esquemático do sistema de composteiras confeccionadas em concreto com configuração em retângulo(A) e com configuração em quadrado (C), e de composteiras confeccionadas em alumínio e aço inoxidável com configuração em retângulo (B), instaladas no complexo integrado de pesquisa Três Marias (UEPB),Campina Grande-PB, 2014.



As composteiras em concreto apresentam configurações diferenciadas, sendo três com configuração em retângulo (CCR), conforme Figura 6, formadas por dois compartimentos cada, com as seguintes dimensões: 0,30 m de largura, 0,50m de comprimento e altura de 0,50 m. As outras três com configuração em quadrado (CCQ), conforme Figura7, formadas por dois compartimentos, medindo 0,50 m de comprimento, 0,50 m de largura e altura de 0,50 m. Estas composteiras apresentam uma redução de 0,25 m em uma das laterais de cada compartimento. Esta redução foi projetada para permitir o reviramento dos resíduos, através da passagem dos mesmos, de um compartimento para o outro, a cada dois dias.

Figura 6. Desenho esquemático da composteira de concreto com configuração em retângulo que compôs o sistema de tratamento de resíduos sólidos descentralizado, Campina Grande-PB, 2014.

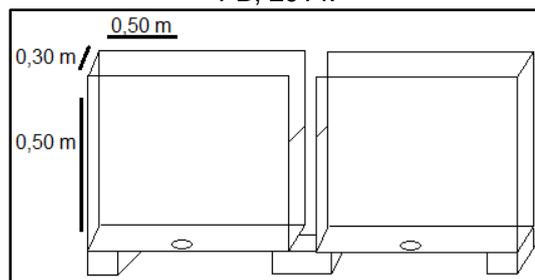


Figura 7. Desenho esquemático de composteira com configuração em quadrado, confeccionada em concreto, Campina Grande-PB, 2014.

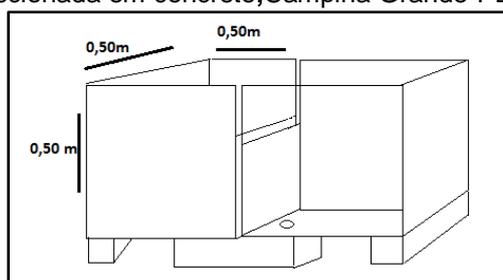
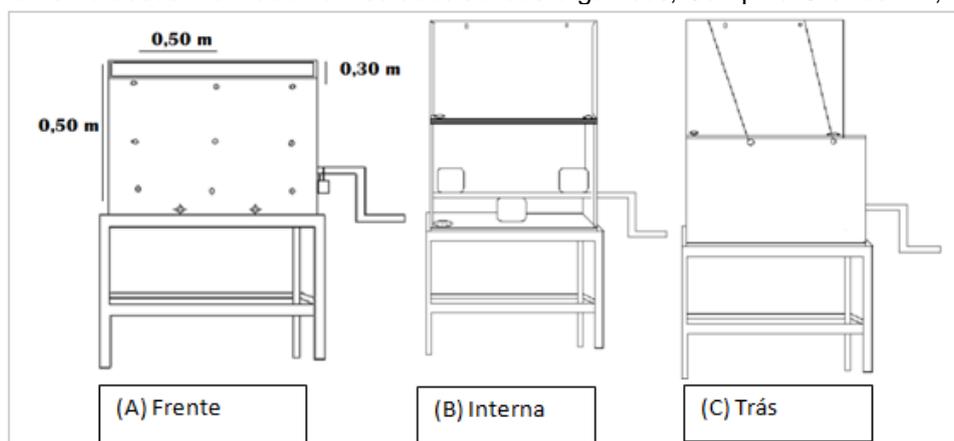


Figura 8. Esquema das composteiras de alumínio e aço inoxidável que compõem o sistema de Tratamento descentralizado de Resíduos sólidos orgânicos, Campina Grande-PB, 2014.



As composteiras em aço inoxidável foram construídas com um único compartimento, medindo 0,50 m de comprimento, 0,30 m de largura e altura de 0,50 m, conforme Figura 8. O reviramento dos resíduos foi feito com o auxílio de uma manivela acoplada à parede lateral das respectivas composteiras.

As composteiras que constituíram o Sistema Experimental de tratamento são removíveis e poderão ser realocadas no final do experimento, atendendo às solicitações da Comunidade Jesus Libertador. Ressalta-se que o sistema proposto no primeiro momento era formado por quatro composteiras de alvenaria, portanto, fixas, seguindo-se o perfil daquele implantado na

Sociedade de Amigos do Bairro– SAB – de Santa Rosa (SILVA *et al.*, 2011). Entretanto, durante as discussões ocorridas por meio de encontros e seminários na referida Comunidade, foi colocado pelos membros da mesma, a inviabilidade de implantação de um sistema em alvenaria fixo no terreno pertencente à igreja, devido à construção de novas estruturas físicas previstas para aquele local. Foi necessário desenvolver um sistema de compostagem móvel que possibilitasse a sua realocação.

4.5.2. Instalação e monitoramento do Sistema Descentralizado de tratamento de resíduos sólidos orgânicos domiciliares

O Sistema de tratamento descentralizado foi instalado em área pertencente à Universidade Estadual da Paraíba – UEPB –, próxima ao Laboratório do Grupo de Extensão e Pesquisa em Gestão e Educação Ambiental (GGEA), situado no Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Campus I da UEPB, localizado no bairro Bodocongó, em Campina Grande-PB.

O sistema foi avaliado a partir de três tratamentos com a mesma composição do substrato, compreendido de resíduos orgânicos domiciliares, incluindo folhas, flores e rejeito, distinguindo-se, porém, em relação ao modelo de composteira, conforme Quadro 4. A opção por esses resíduos deveu-se a sua disponibilidade na área objeto em estudo e em decorrência dos problemas provocados mediante a destinação e disposição inadequadas.

Quadro 4. 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 | Substrato | | Organização |
|-----------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------------------|--------------|
| | | Resíduos sólidos Orgânicos | Estruturante | |
| CCR | Concreto retangular | 80% de RSOD | 7% de RFO, 3% de RFL e 10% de rejeito | CCR1CCR2CCR3 |
| CCQ | Concreto quadrada | 80% de RSOD | 7% de RFO, 3% de RFL e 10% de rejeito | CCQ1CCQ2CCQ3 |
| CAR | Aço inoxidável retangular | 80% de RSOD | 7% de RFO, 3% de RFL e 10% de rejeito | CAR1CAR2CAR3 |

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

Nos tratamentos CCR, CCQ e CAR, aplicaram-se composteiras de concreto retangulares, composteiras de concreto quadradas e composteiras de alumínio e aço inoxidáveis retangulares, respectivamente, sendo adotada três repetições (R) para cada tratamento.

Para cada tratamento, foram coletados resíduos sólidos orgânicos gerados por 63 famílias participantes, após o período de cadastramento e de mobilização por meio do processo de Educação Ambiental, que aconteceu durante três semanas consecutivas e nos dias da coleta domiciliar regular (três vezes por semana nas duas primeiras semanas e dois dias na última semana).

Para a coleta dos resíduos sólidos orgânicos domiciliares, foram utilizadas sacolas plásticas com capacidade para 15L, produzidas com a logomarca do projeto de coleta seletiva do bairro, disponibilizadas para as famílias cadastradas (25%). A coleta dos resíduos foi realizada respeitando os dias de coleta pública municipal (terça, quinta e sábado).

Os tratamentos foram diferenciados, considerando-se as composteiras em concreto, com diferentes configurações, e as composteiras em alumínio e aço inoxidável, com aerador mecânico acoplado a elas. Desse modo, foi possível avaliar a tecnologia de tratamento escolhida, ponderando as diferenças entre as composteiras em escala real, conforme Quadro 4.

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.

O sistema foi monitorado diariamente, sempre no mesmo horário (09 horas), por meio de aferição de temperatura, utilizando-se de termômetro de haste de mercúrio e por observação direta. A aferição de temperatura ocorreu em três pontos da massa de substrato: superfície, centro e base.

Adotou-se a aeração periódica, duas vezes por semana, em dias previamente definidos (terça e sexta). Esta consistiu de reviramento manual dos substratos, utilizando-se de instrumentos agrícolas adaptados (pá e enxada) para as composteiras em concreto e reviramento com auxílio de manivela para as composteiras de alumínio e aço inoxidável. O reviramento

objetivou propiciar a maximização da mistura dos resíduos e a oxigenação do sistema. Esses procedimentos de mistura e de oxigenação foram importantes para garantir a homogeneidade na decomposição dos resíduos e possibilitar o fornecimento de oxigênio necessário aos organismos que desempenharam o processo de compostagem. Durante o procedimento de reviramento foram coletadas as amostras para as análises realizadas diariamente.

As análises de pH, sólidos totais, teor de umidade e de ovos de helmintos foram realizadas no Laboratório do GGEA (Grupo de Extensão e Pesquisa em Gestão e Educação Ambiental), situado no Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Campus I, em Campina Grande-PB.

Quadro 5. Métodos e frequências de análise dos parâmetros físico, químicos e biológicos dos diferentes tratamentos, Campina Grande-PB, 2014.

| 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 |

Para o parâmetro Temperatura (°C), a frequência foi diária e o método utilizado foi a aferição por Termômetro de mercúrio. 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. Para o parâmetro de ovos de helmintos (ovos/gST), utilizou-se a amostra inicial e final e empregou-se o método de Meyer (1978) modificado por Silva (2008).

4.5.3. Avaliação da qualidade do composto orgânico

Com o objetivo de verificar a qualidade do composto orgânico resultante dos diferentes tratamentos, retiraram-se amostras do composto final para avaliar as concentrações de Sólidos Totais Voláteis, teor de umidade, pH e ovos de helmintos. As amostras foram encaminhadas para análise no

Laboratório GGEA., situado no Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Campus I, da Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande-PB.

O composto resultante foi submetido ao pós-tratamento, que compreendeu o peneiramento e embalagem (100g), em seguida, realizou-se a entrega do composto embalado para as famílias que contribuíram com o projeto através da entrega de resíduos orgânicos domiciliares para a montagem do experimento, estudado. Os resultados obtidos foram apresentados discutidos com os participantes da pesquisa por meio de um seminário, ocorrido na Comunidade Jesus Libertador.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares gerados no bairro Malvinas, Campina Grande-PB

Os dados obtidos referentes à composição gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares gerados no bairro Malvinas, Campina Grande-PB, em específico, os domicílios localizados no entorno da Comunidade Jesus Libertador, são apresentados através da Tabela 2, em percentual de peso bruto, média e desvio padrão. E na Tabela 3 são expostos os dados referentes à produção de resíduos sólidos domiciliares gerados em residências situadas no entorno da Comunidade Jesus Libertador, bairro Malvinas.

Tabela 2. Caracterização gravimétrica de resíduos sólidos domiciliares gerados em residências situadas no entorno da Comunidade Jesus Libertador, bairro Malvinas, Campina Grande-PB, 2014.

| Tipo de Resíduos | Coleta (kg) | | | Total | Média | Desvpad.* | (%) |
|------------------------------|--------------|--------------|-------------|--------------|--------------|-------------|--------------|
| | 1ª | 2ª | 3ª | | | | |
| Papéis e papelão | 24,2 | 6,2 | 8,2 | 38,6 | 12,9 | 9,9 | 9,0 |
| Plásticos | 13,1 | 9,1 | 5,85 | 28,05 | 9,4 | 3,6 | 6,0 |
| Metais | 6,6 | 1,9 | 1,45 | 9,95 | 3,3 | 2,9 | 2,0 |
| Vidros | 1,1 | 1,0 | 2,8 | 4,9 | 1,6 | 1,0 | 1,0 |
| Orgânicos | 132,1 | 120,7 | 47,1 | 299,9 | 100,0 | 46,1 | 68,0 |
| Não recicláveis | 21,3 | 23,55 | 16,45 | 61,3 | 20,5 | 4,9 | 14 |
| Total | 198,4 | 162,5 | 81,9 | 442,7 | 147,7 | 68,4 | 100,0 |
| Nº de família (unid.) | 50 | 50 | 25 | | 42 | 14 | |

*Desvpad.: desvio padrão

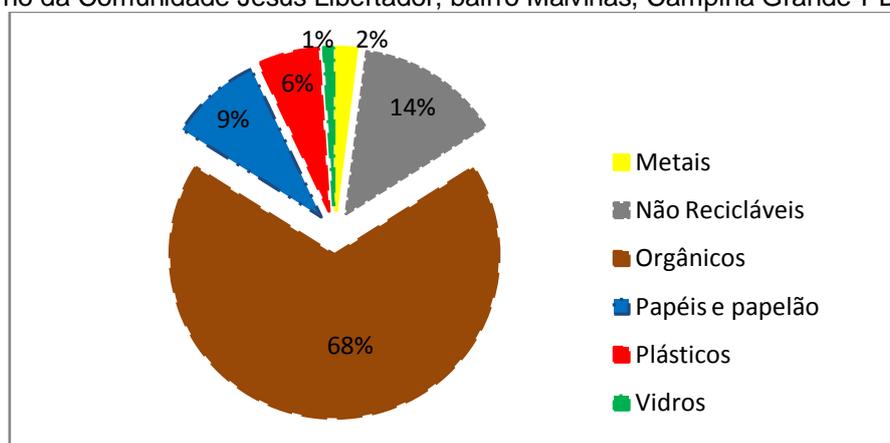
Tabela 3. Produção de resíduos sólidos domiciliares gerados pelas famílias residentes no entorno da Comunidade Jesus Libertador, bairro Malvinas, Campina Grande-PB, 2014.

| Resíduos sólidos domiciliares | Família (kg/família.dia) | Pessoa (kg/hab.dia) |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------|
| Gerais | 3,51 | 0,88 |
| Recicláveis secos | 0,63 | 0,15 |
| Recicláveis molhados (orgânicos) | 2,39 | 0,6 |
| Não Recicláveis (rejeito) | 0,49 | 0,13 |

De acordo com a caracterização dos resíduos sólidos domiciliares produzidos pelas famílias situadas no entorno da Comunidade Jesus Libertador (Tabelas 2 e 3), a média de produção diária por família corresponde a 3,51 kg.

Tomando-se por base a média de quatro pessoas por família, a produção *per capita* diária equivale a 0,88 kg/hab. dia. Deste total, apenas 14% não são recicláveis (rejeito). Constatou-se que 88% dos resíduos gerados na área estudada, podem ser reciclados ou reaproveitados (Figura 9). Sendo que 68% dos resíduos são constituídos por matéria orgânica, aproximando-se ao cenário nacional, em que 50% dos resíduos gerados nos vários municípios são de origem orgânica (ROCHA; AGUIAR, 2012).

Figura 9. Composição gravimétrica dos resíduos sólidos gerados pelas famílias residentes no entorno da Comunidade Jesus Libertador, bairro Malvinas, Campina Grande-PB, 2014.



Em estudo efetuado em condomínios de classe média alta em João pessoa- PB, Athayde Jr.; Beserra; Fagundes, (2007) verificaram a geração média de 0,507 kg/hab. dia. Em condomínio da cidade de Campina Grande no bairro de Santa Rosa foi constatada a produção média diária por família de 0,80 kg/ hab. dia (COSTA; SILVA; LEITE, 2002).

A quantidade de resíduos domiciliares gerada pode apresentar variações de acordo com os hábitos de consumo, o período de permanência nas residências ao longo do dia e a rendadas famílias.

Segundo o relatório do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE, em 2014, a produção *per capita* de resíduos correspondeu 1.062

kg/hab./dia, percentual que corresponde a 215.297 toneladas/dia de resíduos gerados. Em comparação com o ano de 2013, houve um acréscimo de 2,87% na quantidade total gerada.

Embora a ABRELPE (2014) afirme que 3.608 municípios já possuam iniciativas de coleta seletiva, verifica-se que ainda não foi possível superar de forma sistematizada os problemas presentes na maioria dos municípios, principalmente nos grandes centros urbanos, que são, em grande parte, reflexos da falta de gestão e da disposição inadequada dos resíduos, ocasionando impactos negativos sobre o meio ambiente e à sociedade (GOUVEIA, 2012; SIQUEIRA; MORAES, 2009). No município de São Paulo, por exemplo, verificou-se em um estudo de caso que, abordando os problemas advindos do modelo de gestão de resíduos adotada, um dos maiores desafios da destinação adequada é de caráter institucional, pois, existe a necessidade da construção de uma cultura voltada para a preocupação com o meio ambiente bem como, a aplicação de estratégias em Educação Ambiental, promovendo mudanças de valores e hábitos da sociedade (GONÇALVES; TANAKA; AMEDOMAR, 2013).

Tomando por base a lei 12.395/10 que trata da Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), a destinação ambientalmente correta dos resíduos sólidos deve considerar a reutilização, a reciclagem, a compostagem da fração orgânica, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), da Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) e do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (SUASA), entre elas, a disposição final adequada dos rejeitos.

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), propõe medidas a serem tomadas para o tratamento, o aproveitamento e a destinação final dos resíduos. Dentre as medidas, pode-se destacar: realizar diagnóstico da situação atual dos resíduos sólidos; definir metas de redução, de reutilização e de reciclagem, com o objetivo de minimizar o volume de resíduos e rejeitos encaminhado ao local de disposição final; definir metas para o aproveitamento energético dos gases gerados nos locais de disposição final;

estabelecer metas para eliminação, recuperação e remediação de lixões, alinhando-as às estratégias de inclusão social e de emancipação econômica de catadores de materiais recicláveis; delinear ações de incentivo e de viabilização da gestão descentralizada dos resíduos sólidos; conceber meios que fomentem o controle e a fiscalização de sua implementação e operacionalização.

Observando-se as residências situadas no entorno da comunidade Jesus libertador envolvidas neste trabalho, a única forma de aproveitamento identificada para os resíduos sólidos orgânicos foi a alimentação animal. 100% das famílias que colaboraram com a compostagem destinavam os resíduos, como folhas, os restos de comidas, cascas de frutas e de verduras, para o carro coletor municipal e, estes eram dispostos no local denominado de aterro sanitário, distante 15 km do município. Não foram registradas residências com horta ou farmácia viva, visando o aproveitamento desses resíduos na forma de adubo.

Quando os resíduos orgânicos são misturados a outros tipos de resíduos como plástico, papel, vidro, metal, inviabiliza a reciclagem e o tratamento dos resíduos orgânicos. Quando esses resíduos são destinados a aterros sanitários acarretam a saturação, trazendo como consequências, alterações na qualidade do ar que estão relacionados à produção de gases poluentes e de material particulado (MATOS *et al.*, 2011), contaminação da água e do solo pelo chorume (líquido tóxico gerado pela decomposição orgânica do lixo), pois, na maioria dos aterros sanitários, não há tratamento adequado para o chorume (JACOBI; BESEN, 2011) e a diminuição do tempo de vida útil do aterro (SILVA *et al.*, 2013).

Embora as normas federais estabeleçam a necessidade de tratamento de determinadas classes de resíduos de serviços de saúde, prévios à sua disposição final, muitos municípios ainda dispõem de aterros sanitários, aterros controlados e lixões sem realizar prévio tratamento, o que representa risco à saúde pública e à saúde dos trabalhadores envolvidos nas atividades afins.

A disposição final é apenas uma parte do processo de gestão. A gestão adequada dos resíduos deve considerar ações que visam à redução, à reutilização e à reciclagem dos resíduos gerados (SUZUKI; GOMES, 2009).

Sabe-se que além de separar os resíduos sólidos, é necessário analisar qual a forma de tratamento que mais se adéqua a cada tipo e sua destinação final, para tentar minimizar ou mitigar os impactos negativos no meio ambiente. Todavia, considerando as indicações de Silva *et al.* (2009) é necessário observar as divergências locais em relação à produção, acondicionamento, tratamento e destinação final, no sentido de viabilizar a gestão integrada de resíduos sólidos no município, tendo por princípio básico a transformação mínima de resíduos sólidos em lixo.

Desse modo, os dados apresentados neste trabalho referentes a caracterização gravimétrica, evidenciam a necessidade de implantação de medidas que possibilitem o tratamento e a reciclagem desse material, a exemplo da compostagem. Através da compostagem há condições de alcançar entre outros benefícios: tratamento do resíduo orgânico, aumento da vida útil dos aterros sanitários, impedimento da contaminação e/ou poluição do meio ambiente e aproveitamento de matéria e de energia por meio de um composto tratado possível de ser aplicado em hortas comunitárias.

Com relação aos resíduos recicláveis secos, conforme Figura 9, apresentada anteriormente, a maior produção correspondeu aos resíduos de papel (9%), seguido de plástico (6%), metais (2%) e vidro (1%).

Diante do potencial energético e econômico, esses materiais precisam ser valorizados e reinseridos no ciclo produtivo da indústria, possibilitando o acréscimo de renda dos catadores de materiais recicláveis, bem como o aumento da vida útil dos aterros sanitários e a diminuição da exploração dos recursos naturais.

Em meio a esses resíduos, foram encontradas embalagens de inseticidas, lâmpadas e pilhas. Tal fato constitui um problema de ampla magnitude, pois, esses produtos podem conter elementos químicos altamente tóxicos, como Cádmio (Cd), Chumbo (Pb), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Manganês (Mn), Mercúrio (Hg) e Zinco (Zn), (AZEVEDO *et al.*, 2015). Essas substâncias não degradáveis são metais altamente reativos e bio-acumulativos, ou seja, o organismo não é capaz de eliminá-los (SOTILES *et al.*, 2015), podendo ser disseminados no meio ambiente através da cadeia alimentar. Diante disso, a

logística reversa e a responsabilidade compartilhada, instituídas na Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei nº 12.305/2010, são estratégicas na implantação de um modelo de produção e de consumo responsáveis, contribuindo para a qualidade da saúde ambiental e humana (BRASIL, 2010). As responsabilidades do gerador, do importador, do distribuidor, do comerciante, assim como, do consumidor do produto, com um fluxo reverso dos resíduos, podem contribuir para o alcance desses objetivos. Nesse âmbito, torna-se indispensável às ações em Educação Ambiental para sensibilização e construção de conhecimentos acerca dos riscos acarretados para a saúde ambiental e humana em decorrência do descarte inadequado desses resíduos, bem como a efetivação das políticas públicas já existentes.

Com relação aos resíduos sólidos orgânicos domiciliares, no terceiro dia, de um total de 50 famílias cadastradas, apenas 50% repassaram os resíduos para a caracterização. As demais famílias (50%) entregaram para a coleta municipal. De acordo com o que foi alegado pelas famílias, isso aconteceu por não recordarem o dia de coleta. Pode-se atribuir a esse fato o espaço de tempo entre os dias escolhidos para a realização da caracterização, que foram os dias 15, 18 e 27 de fevereiro de 2014. Evidencia-se a necessidade de seguir o que foi colocado por Silva *et al.*, (2002), segundo os quais, o processo de caracterização deve ser realizado, respeitando-se o total de três semanas, considerando os dias da coleta municipal, iniciando a partir do primeiro dia da semana em que acontece a coleta da cidade ou do bairro onde se está trabalhando.

No presente estudo, embora tenha sido respeitado o total de três semanas, a ordem dos dias de coleta foi invertida, sendo o processo de caracterização iniciado no sábado, que corresponde à última coleta semanal. Logo, o espaço de tempo entre o primeiro e o segundo dia de coleta, (três dias), foi menor que a diferença de dias entre a segunda e a terceira coleta, (nove dias).

É possível que esse fato tenha propiciado o desencontro da data prevista para o terceiro dia de caracterização por 50% das famílias participantes. Tomando como perspectiva outro ponto de importante discussão,

o processo de mobilização deve ser reforçado no dia anterior a cada data prevista para a caracterização.

A redução observada no volume de resíduos recicláveis secos coletados no segundo dia de caracterização decorreu da realização da coleta seletiva efetuada pelos catadores de materiais recicláveis da ARENSA, no dia que antecedeu à caracterização.

Foi constatado que durante o processo de caracterização, alguns resíduos orgânicos (10%) apresentavam-se misturados aos materiais recicláveis, a exemplo de sacos plásticos, embalagens longa vida, resíduos sanitários, como fraldas descartáveis. A falta de separação adequada de resíduos sólidos urbanos causa contaminação e um elevado percentual de rejeitos.

No Brasil, esse tem sido um dos fatos que tem colaborado para o descrédito das usinas de tratamento de resíduos sólidos do país (LOBATO, LIMA, 2010). A separação do material na fonte geradora de forma correta é fundamental para o êxito no tratamento dos resíduos orgânicos, bem como, no trabalho dos catadores de materiais recicláveis (MAIA *et al.*, 2012).

Nesse sentido, a caracterização dos resíduos sólidos constitui importante ferramenta para a aplicação dos objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei nº 12.305/2010 (BRASIL, 2010), a qual determina e hierarquiza no capítulo I, título III, Art. 9º: a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Por meio da caracterização dos resíduos foi possível compreender problemas presentes na gestão dos resíduos sólidos e, a partir disso, definir estratégias fundamentadas em Educação Ambiental que contribuam para a eficiência de tal processo, possibilitando, entre outros benefícios, a melhoria das condições de trabalho do catador de materiais recicláveis, favorecendo a mitigação de impactos negativos sobre a saúde pública e a qualidade dos recursos naturais como, água, ar e solo.

5.2. Caracterização física, química e Biológica dos resíduos orgânicos gerados na Comunidade Eclesial de Base Jesus Libertador

Os dados referentes à caracterização química, física e biológica expressam a gravidade do problema, em decorrência dos 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 (Tabela 4).

Tabela 4. Caracterização físico-química e biológica de resíduos sólidos orgânicos domiciliares, resíduos de folhas e de flores coletados em residências e na igreja Jesus Libertador, bairro Malvinas, Campina Grande-PB, 2014.

| Características ⁽¹⁾ | RSO | RFO | RFL |
|--------------------------------|------|------|------|
| pH | 4,6 | 5,8 | 6,3 |
| Teor de umidade (%) | 80,5 | 55,7 | 69,5 |
| STV (%ST) | 82,9 | 81,5 | 89,9 |
| Ovos (ovos/gST) | 1,9 | 5,2 | 2,8 |

⁽¹⁾Valores médios de três amostras compostas.

RSO – Resíduos Sólidos Orgânicos domiciliares; RFO – Resíduos de folhas; RFL – Resíduos de flores.

Os helmintos constituem um grave problema de saúde pública em diversas regiões do mundo (MAIA; HASSUN; VALADARES, 2015; FRIAS; SILVA; TOZATO, 2012). As condições sanitárias do solo, da água e dos alimentos constituem os principais elementos investigados na literatura para indicar a contaminação do meio ambiente e do ser humano por esses parasitas (FRIAS; SILVA; TOZATO, 2012; CASSENOTE *et al.*, 2011).

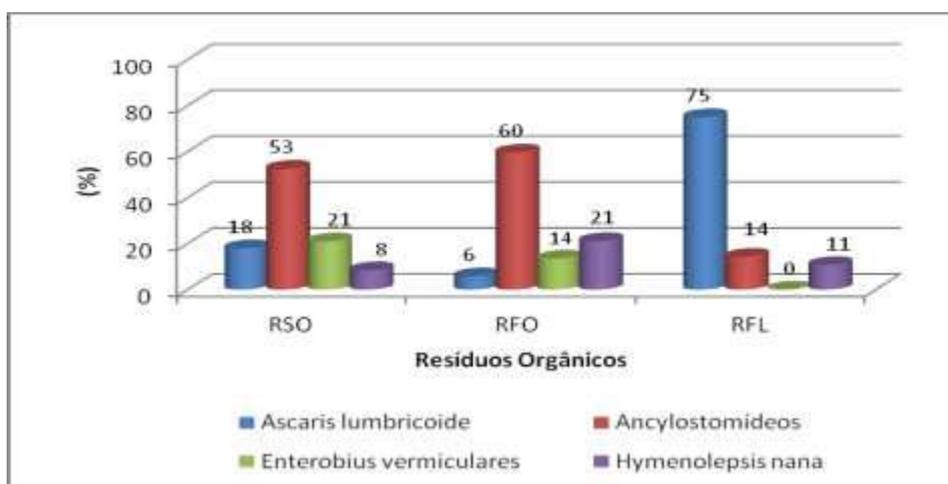
Embora não seja considerado como uma via de contaminação pela maioria dos trabalhos encontrados na literatura, há estudos que mostram que os resíduos sólidos orgânicos domiciliares podem permitir a contaminação de seres humanos por ovos de helmintos. Em estudo de Silva *et al.*, (2010), realizado em três municípios do semiárido paraibano (Cabaceiras, Caraúbas e Queimadas), foi constatada a presença de ovos de helmintos variando entre 12,19 a 14,39 ovos/gST, com a viabilidade de 95,42% em amostras de resíduos sólidos orgânicos domiciliares, coletadas direto da fonte geradora. Os autores afirmam que uma das explicações para a presença desses parasitas nos resíduos orgânicos pode estar na simples lavagem dos alimentos com

água, o que não garante a remoção desses microrganismos, devido a sua forte aderência na parede dos vegetais. Desse modo, os resíduos orgânicos domiciliares podem ser de fato uma fonte de contaminação para o meio ambiente e seres humanos.

A contaminação dos resíduos analisados pode estar associada à irrigação de hortaliças, frutas e flores com água de mananciais contaminados por esgoto doméstico, uma vez que é confirmada a presença de diversos tipos de patógenos, como bactérias, protozoários, helmintos e, mais recentemente, vírus em efluentes domésticos (MEHNERT, 2003), ou ainda, pela aplicação de resíduos no solo sem o devido tratamento, como cama de frango, esterco bovino e suíno, esses, também constituem fontes de contaminação por patógenos (BERTONCINI, 2008).

Dentre os ovos de helmintos identificados nos três tipos de resíduos orgânicos avaliados (Resíduos sólidos orgânicos domiciliares- RSO, resíduos de folhas-RFO e resíduos de flores-RFL), num total de 36 amostras (Figura 10), prevaleceram aqueles de *Ancylostomasp.* (45%), seguido de *Ascaris lumbricóides* (28%), *Hymenolepsis nana* (16%) e *Enterobius vermiculares* (11%). Todos de importância médica para a região estudada.

Figura 10.Prevalência de ovos de helmintos em Resíduos Sólidos Orgânicos Domiciliares (RSO), Resíduos de Folhas (RFO) e de Flores (RFL), gerados em ruas situadas do entorno da Comunidade Jesus Libertador, Malvinas, Campina Grande-PB. 2014.



Em Campina Grande-PB, no bairro de Santa Rosa foi constatada uma diversidade considerável de ovos de helmintos nos resíduos sólidos orgânicos domiciliares, na ordem de prevalência, os *Ascaris lumbricoides* com (46,0%), *Enterobius vermiculares* (37,0%), *Ancylostomasp.* (15,0%), *Hymenolepis nana* (2,0%) (SILVA *et al.*, 2012, SILVA *et al.*, 2011).

Os resíduos orgânicos domiciliares constituídos por folhas, normalmente são gerados, devido à presença de espécies arbóreas nos jardins das residências. Esses resíduos quando associados à presença de animais domésticos como cães e gatos, podem se transformar em veículos de contaminação por ovos de helmintos. De acordo com Scaini *et al.*, (2003), esses animais desempenham o papel de hospedeiros para algumas espécies de helmintos, dentre elas as de *Ancylostoma* e, segundo Janebro (2003), mesmo que os helmintos se acasalem ou se autofecundem dentro do organismo do hospedeiro, seus ovos e larvas são eliminados no meio ambiente para se tornar viáveis, dando prosseguimento ao ciclo. Tal fato pode ser apontado como uma entre as possibilidades para explicar a prevalência de ovos de *Ancylostomasp.* (45%), nos resíduos estudados.

Os resíduos de flores são gerados devido à utilização de flores de corte não ornamentação de ambientes como os templos religiosos e em determinados eventos e datas comemorativas como aniversário, casamento, noivado, entre outros. A aquisição de flores e plantas ornamentais está restrita a uma parcela da população com maior poder aquisitivo (FRANÇA; MAIA, 2008). No bairro Malvinas o consumo de flores e conseqüentemente a geração de resíduos florísticos foi constatada principalmente para a igreja católica da comunidade Jesus libertador.

Na literatura é retratada a preocupação com os impactos sobre a contaminação ambiental decorrente do uso de produtos químicos como os agrotóxicos utilizados para o controle de pragas no cultivo de flores (MITSUEDA; COSTA; D'OLIVEIRA, 2011), no entanto, não foram encontrados relatos sobre resíduos de flores como uma possível via de contaminação por ovos de helmintos. No entanto, os resultados obtidos a partir das análises realizadas mostram que os resíduos sólidos de flores devem ser considerados

como vias de contaminação expressivas por ovos de helmintos, sendo constatada a presença desses microrganismos em ordem decrescente, *Ancylostomasp.* (45%), *Ascaris lumbricoides* (28%) e *Hymenolepsisnana* (16%).

Embora autores como Medeiros *et al.*, (2007) defendam o uso de água residuária como alternativa para potencializar a produção de flores de corte e contribuir com a redução das pressões pelo uso de água de qualidade, é preciso garantir a aplicação de tecnologias que possibilitem o tratamento dessas águas de forma eficaz, visando evitar a disseminação de contaminação por ovos de helmintos.

As características apresentadas pelos resíduos orgânicos estudados (resíduos orgânicos domiciliares, resíduos de folhas e de flores) apontam para a necessidade de desenvolvimento de tecnologia de tratamento destes resíduos, especialmente, de forma descentralizada, visando evitar a contaminação e poluição ambiental, favorecer à saúde humana e a adoção do princípio de corresponsabilidade por parte da população.

5.3. Desenvolvimento de Tecnologias para o Tratamento de Resíduos Sólidos Orgânicos Domiciliares

O sistema de compostagem proposto e sugerido no primeiro momento era formado por quatro composteiras de alvenaria, porém, diante da inviabilidade de implantação de um sistema em alvenaria fixo no terreno pertencente à igreja da comunidade, foi necessário desenvolver um sistema de compostagem móvel, conforme Figura 11.

Para a confecção do novo sistema de compostagem foram considerados três materiais distintos, o aço inoxidável, o alumínio e o concreto. A escolha dos materiais envolveu princípios da engenharia de materiais relacionados à propriedade dos materiais e a combinação de suas propriedades (mecânicas, térmicas e corrosão, resistência a fatores ambientais). Além das questões econômicas como o baixo custo, de higienização, de mobilidade e de praticidade na gestão do sistema.

A forma de reviramento constituiu um dos diferenciais do novo sistema de compostagem. Dois dos três modelos de composteiras desenvolvidos, em específico os de concreto, apresentaram reviramento com auxílio de ferramentas agrícolas, enquanto que as composteiras em aço inoxidável e alumínio foram desenvolvidas com instrumentos acoplados à sua parede lateral para auxiliar no reviramento.

Figura 11. 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, 2014.



5.3.1. Composteiras de Concreto

O concreto é um material compósito que consiste em um agregado de partículas umas ligadas às outras em um corpo sólido através de cimento. Os dois tipos de concretos mais comuns são o asfáltico e o Portland (CALLISTER, Jr., 2006).

O concreto Portland foi o tipo escolhido para a confecção das composteiras, constituído por areia, brita, cimento e água, com o reforço adicional, obtido através da inserção de vergalhões para aumentar a resistência, pois, mesmo se houvesse o aparecimento de trincas no concreto, um reforço considerável ainda seria mantido.

5.3.1.1. Composteiras de Concreto Retangulares (CCR)

As composteiras de concreto são formadas por dois compartimentos, medindo 0,50 m de comprimento, 0,30 m de largura e 0,50 m de altura cada um com capacidade volumétrica de 0,075 m³ ou 75.000 cm³ ou 30 kg, tais compartimentos, ficaram dispostos sobre barrotes, conforme Figura 12.

Figura 12. Composteiras confeccionadas em concreto com configuração em retângulo (CCR, Campina Grande-PB, 2014).



Cada compartimento foi confeccionado com uma redução de 0,25 m de altura em uma de suas paredes laterais. Essa diferença na altura de uma das paredes de cada compartimento foi projetada para proporcionar o reviramento dos resíduos através da passagem dos mesmos, de um compartimento para o outro, a cada dois dias, diminuindo o esforço físico empregado no momento do reviramento. O reviramento foi manual e aconteceu com o auxílio de ferramentas agrícolas.

Cada compartimento contou com uma saída na forma de ralo para o escoamento de chorume, caso houvesse a formação do mesmo, fato não desejado neste tipo de tratamento e não observado para o referente modelo de composteira.

5.3.1.2. Composteiras de Concreto Quadradas (CCQ)

Figura 13. Composteiras confeccionadas em concreto com configuração em quadrado (CCQ), Campina Grande-PB, 2014.



As composteiras de concreto com configuração em quadrado são formadas por dois compartimentos, medindo 0,50 m de comprimento, 0,50 m de largura e 0,50 m de altura, cada um com capacidade volumétrica de 0,041 m³ ou 41.000 cm³, tais compartimentos, ficaram dispostos sobre barrotes, evitando o contato direto com o solo (Figura 13).

Cada compartimento dispõe de uma abertura lateral de 0,25 m. Essas aberturas foram projetadas para proporcionar o reviramento dos resíduos através da passagem dos mesmos, de um compartimento para o outro, a cada dois dias. O reviramento foi realizado manualmente com o auxílio de ferramentas agrícolas.

Em cada compartimento foi colocado uma saída na forma de ralo para o escoamento de chorume, quando houvesse a formação do mesmo, porém, esse fato não foi observado para o modelo de composteira citado.

5.3.2. Composteiras de Alumínio e aço inoxidável Retangulares (CAR)

O segundo modelo de composteiras desenvolvido é constituído por uma estrutura em alumínio e aço inoxidável. O aço inoxidável é altamente resistente à corrosão em uma variedade de ambientes, especialmente na atmosfera ambiente (CALLISTER Jr., 2006). Os aços inoxidáveis estão divididos em três tipos: aço férrico; aço martensítico, e; aço austenítico. Esse último é

caracterizado como o mais resistente à corrosão e se diferencia dos demais por ser magnético (CALLISTER Jr., 2006).

As composteiras de aço inoxidável apresentam as seguintes características: compartimento único; formato retangular, para armazenamento e decomposição dos resíduos orgânicos; e capacidade para receber 30 kg de resíduo; com uma porta na parte frontal; orifícios na parte da frente e na parte traseira que favoreceram o arejamento natural do material em compostagem; manivela com espátulas para facilitar o reviramento e evitar o contato da pessoa que realiza o reviramento com os resíduos, além de reduzir o esforço físico, e; fundo com inclinação e orifício para facilitar a saída de chorume, caso ocorra.

Acerca da formação do chorume, estratégias para a prevenção são fundamentais na produção da tecnologia a ser usada, visando, sobretudo, alcançar os principais objetivos da compostagem, que são a estabilização e a higienização.

As composteiras em aço inoxidável são formadas por um único compartimento, medindo 0,50 m de comprimento, 0,30 m de largura e 0,50 m de altura. Cada compartimento apresentou capacidade volumétrica de 0,075 m³ ou 75.000 cm³, conforme Figura 14 - A.

O reviramento dos resíduos foi realizado através de uma manivela e uma espátula extra, ambas confeccionadas em aço inoxidável. A manivela composta por três espátulas soldadas junto ao braço da mesma (Figura 14 – F e 14 G, enquanto o braço fica soldado e parafusado junto à parede lateral direita de cada composteira. Separadamente foi confeccionada uma espátula extra empregada para auxiliar no processo de reviramento com vista a alcançar a maior eficiência do mesmo (Figura 14- H).

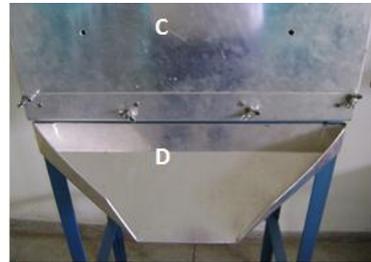
O posicionamento da manivela na parte lateral, mais próxima a parte inferior do sistema, proporcionou o revolvimento do resíduo localizado apenas na parte inferior, a qual apresenta temperaturas mais baixas e maiores percentuais de umidade. Porém, não foi possível completar o reviramento do Material na sua totalidade, logo, a espátula confeccionada à parte serviu para

proporcionar o reviramento do substrato de forma homogênea o que garantiu a sincronia no tempo de decomposição de todo material.

Figura 14. Esquema das composteiras de alumínio e aço inoxidável que compõem o sistema de Tratamento descentralizado de Resíduos sólidos orgânicos, Campina Grande-PB, 2014.



Compartimento único

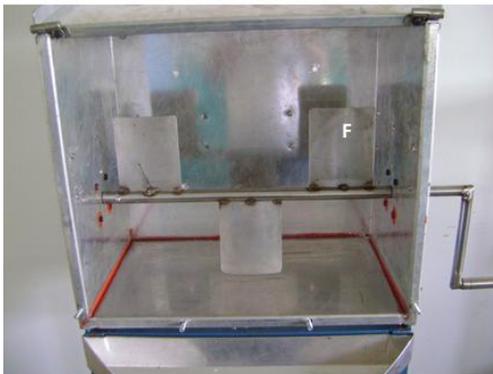


Saída para o composto



Sistema de trava para a base das composteiras

Reviramento através de manivela em aço inoxidável composta por três palhetas



Espátula para auxiliar no reviramento dos resíduos aderidos as laterais



Trava para a manivela



Tampa em malha metálica

Pretendeu-se com o reviramento simples proporcionar a mistura do material que está na parte inferior das composteiras com o material da parte superior bem como, a aeração do material essencial para os organismos responsáveis pelo processo de decomposição. E, dessa forma, possibilitar a homogeneização do material e, conseqüentemente, a sincronia no tempo de decomposição.

A manivela dispõe de um sistema de trava, similar ao funcionamento de um cadeado, o que garantiu o reviramento dos resíduos no tempo determinado, a cada dois dias, evitando o reviramento por outras pessoas (Figura 14- G).

As composteiras de aço inoxidável apresentam ainda orifícios em suas laterais para possibilitar a medição da temperatura e aeração natural do sistema. A porta localizada na parte frontal, conta com duas dobradiças na parte superior para permitir o movimento de abrir e fechar a porta, conforme Figura 14 - C.

A inserção de um apoio no formato de meio funil, conectado a parte inferior da porta da composteira exigiu menor esforço físico, evitou a perda de conteúdo e possibilitou maior rapidez na remoção do substrato tratado como mostra Figura 14- D.

A parte inferior de cada composteira em aço inoxidável foi anexada uma peça extra de alumínio com formato de meia lua para facilitar o reviramento dos resíduos e proporcionar um declive em direção a um orifício lateral que funcionou como saída de chorume, caso ocorresse a formação.

As tampas confeccionadas a partir de malha em aço, possibilitaram a entrada de oxigênio no material em decomposição e a redução da perda de água por evaporação (Figura 14- I).

Cada composteira de aço inoxidável foi instalada e travada sobre um suporte de ferro composto por quatro pés, proporcionando maior firmeza à estrutura (Figura 14- B; 14- E).

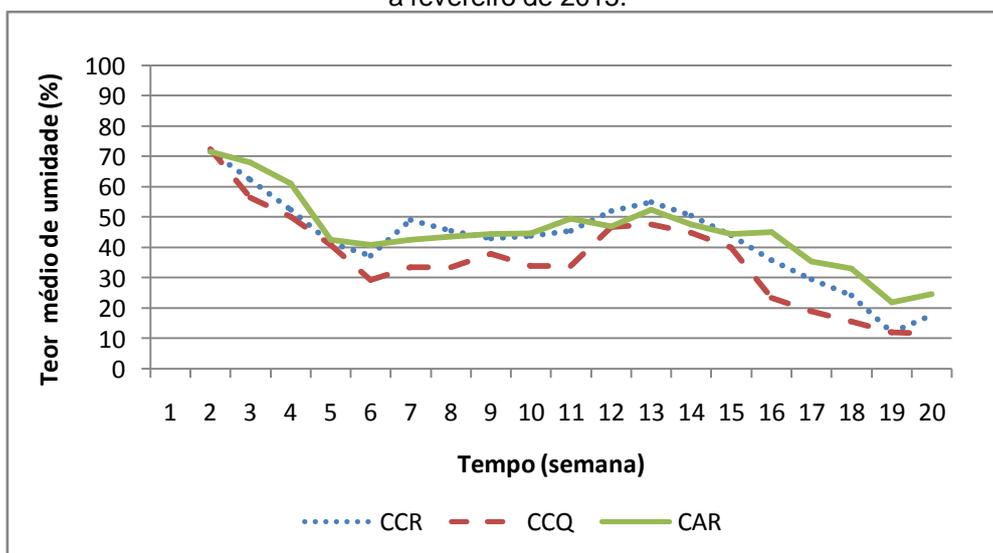
5.4. Monitoramento do sistema de tratamento descentralizado de resíduos sólidos orgânicos domiciliares

5.4.1. Teor de Umidade

A faixa de umidade considerada ótima para a ação benéfica dos organismos na composição inicial do substrato a ser tratado está compreendida entre 50% a 60% (TEIXEIRA *et al.*, 2005; SANTOS; SANTOS, 2008).

Os teores de umidade iniciais observados para o substrato tratado nas diferentes composteiras variaram de 71,73% a 72,53% (Figura 15). 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. No entanto, os valores médios de umidade iniciais não constituíram barreira à ação dos organismos responsáveis pela degradação do substrato tratado através da compostagem, 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 15. 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.



O controle inicial do teor de umidade e a definição adequada da composição do substrato a partir da caracterização física e química dos resíduos mostraram-se fundamentais à ação dos organismos autóctones e,

conseqüentemente, para o alcance dos objetivos esperados para o tratamento dos resíduos sólidos orgânicos. No entanto, o monitoramento deve ocorrer durante todas as etapas da compostagem, tendo em vista que o controle das condições ideais a ação dos organismos responsáveis pela decomposição é que garantem a produção de um composto com as características satisfatórias para aplicação em culturas agrícolas (SILVA, 2008).

Silva *et al.*, (2014), constataram valores médios de umidade dos substratos iniciais, variando de 73,12% a 79,60%, e ao comparar o desenvolvimento da compostagem realizada em espaços com e sem cobertura. Constatou que a cobertura da área onde foram instaladas as composteiras colaborou para o processo de estabilização dos resíduos de forma mais rápida (redução de 11 dias em relação à compostagem realizada em área descoberta), evitando o enxarcamento das leiras pela chuva, maior percentual de transformação de resíduos orgânicos em composto (de 11% para 22%), maior tempo de duração para fase termófila dos tratamentos e melhores condições de trabalhos para os pesquisadores.

Durante o processo, constatou-se variação nos teores de umidade dos diferentes tratamentos, devido às condições ambientais, nas quais estavam submetidos, como por exemplo: a temperatura ambiente; a exposição à radiação solar, e; a evaporação excessiva, decorrente do aumento da temperatura na massa de compostagem. Provocando a rompimento das condições ideais indicadas na literatura e exigindo a regulação constante da umidade especialmente para o tratamento CCQ realizado em composteiras de concreto quadrada.

A estrutura das composteiras utilizadas no tratamento CAR favoreceu a menor exposição à radiação solar do substrato tratado, devido a parte superior dessas composteiras, terem sido confeccionadas com tampas de malha em aço, que possibilitaram a entrada de oxigênio no material em decomposição e a perda de água por evaporação em menor quantidade, diferentemente dos tratamentos CCR e CCQ que apresentaram maior área exposta à radiação solar, pois, para esses tratamentos, não foi confeccionada nenhuma estrutura com a função de diminuir a incidência da radiação solar sobre o material. Com

isso, a baixa aeração e os maiores níveis de umidade no CAR podem ter comprometido à manutenção das temperaturas termófilas por um período de dias semelhante aos tratamentos CCR (8 dias) e CCQ (5 dias), mais duradouros.

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 no subsistema de 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.

Silva *et al.*, (2015), obtiveram compostos com teores de umidade entre 7,8% e 12%, sob condições ambientais semelhantes ao do presente experimento, diferenciando-se em relação aos modelos de composteiras utilizados e a quantidade de substrato submetido ao tratamento.

Desse modo, a compostagem de resíduos sólidos orgânicos domiciliares aplicada em escala real, exige a regulação e o monitoramento das condições ideais aos organismos responsáveis pela degradação do substrato especialmente dos teores de umidade.

O controle da umidade foi realizado através da adição de água no momento do reviramento, após a aferição da temperatura de acordo com a necessidade de ajustamento. A redução dos teores de umidade durante o processo de compostagem aconteceu propiciamente de acordo com o aumento da temperatura na fase de intensa atividade biológica, outro fator que pode ter influenciado o comportamento dos teores de umidade está relacionada às condições ambientais que o sistema de tratamento foi submetido. Os tratamentos CCR e CAR, mantiveram os níveis de umidade elevados por mais tempo, enquanto o sistema CCQ apresentou rápida redução para esse parâmetro. Nesse sentido, a falta de controle da umidade através da adição de água pode representar um fator limitante para a compostagem.

Para evitar à redução dos teores de umidade e impedir a exposição do substrato em compostagem às chuvas que caíram no mês de dezembro, pois

poderiam comprometer o processo de maturação do material, optou-se por cobrir cada composteira com lona plástica após cada reviramento. Esse procedimento garantiu a redução da evaporação e evitou o enxarcamento do material com as chuvas ocorridas.

5.4.2. Monitoramento de temperatura

Nas Figuras 16, 17 e 18, observa-se a evolução temporal da temperatura média (topo, centro e base) obtidas nas composteiras estudadas.

Figura 16. Valores médios diários de temperatura observados no tratamento CCR de compostagem de resíduos sólidos orgânicos domiciliares. Campina Grande- PB. Outubro de 2014 a fevereiro de 2015.

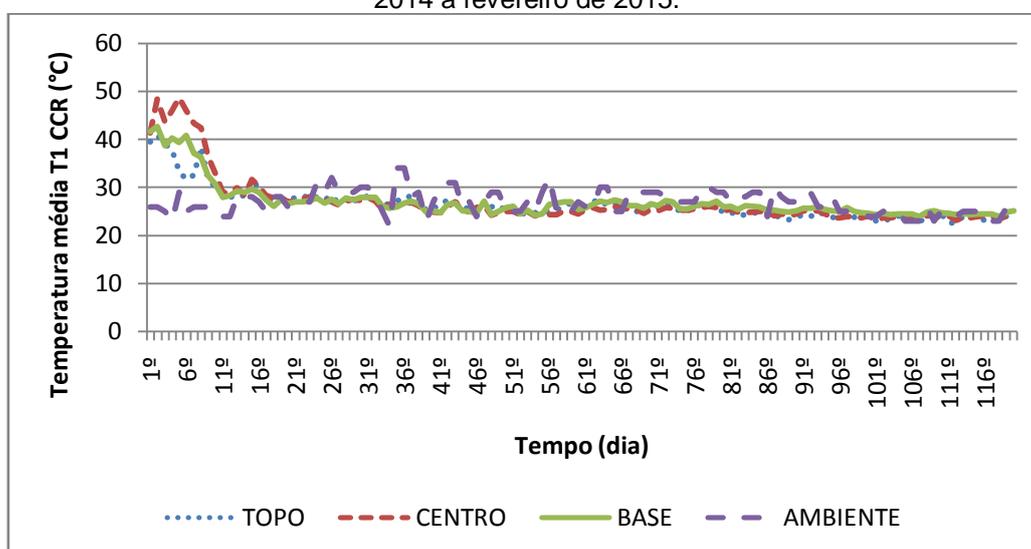


Figura 17. Valores médios diários de temperatura observados no tratamento CCQ de compostagem de resíduos sólidos orgânicos domiciliares. Campina Grande- PB. Outubro de 2014 a fevereiro de 2015.

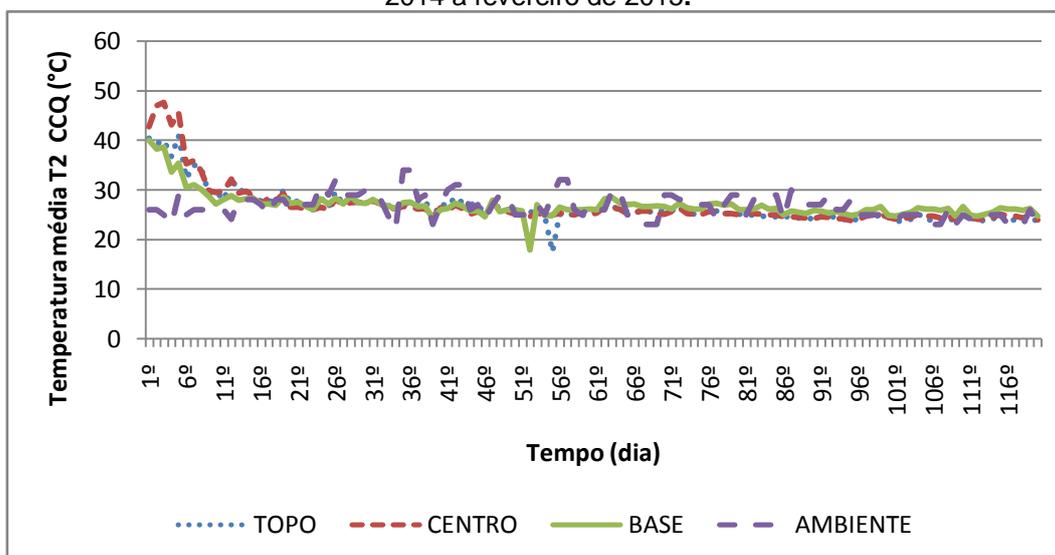
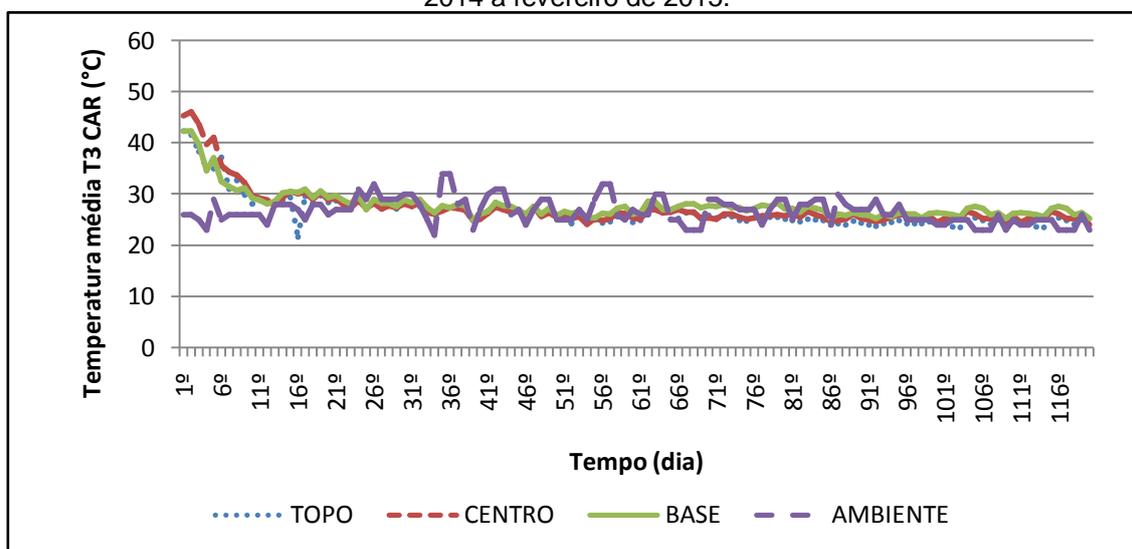


Figura 18. Valores médios diários de temperatura observados no tratamento CAR de compostagem de resíduos sólidos orgânicos domiciliares. Campina Grande- PB. Outubro de 2014 a fevereiro de 2015.



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. Sendo o tratamento CCR o que apresentou os maiores valores de temperatura (48°C) e que 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.

As composteiras utilizadas no tratamento CAR foram desenvolvidas com tampas em malha de aço e esse fato pode ter diminuído a incidência da

radiação solar sobre o substrato, o que, por outro lado, pode ter dificultado a aeração do material, provocando maiores concentrações de umidade.

Os níveis de temperatura alcançados pelos três modelos de composteiras colaboraram para o alcance dos objetivos da compostagem: estabilização e higienização. No entanto, o sistema de composteiras em concreto retangular apresentou os melhores resultados para manutenção das temperaturas termófilas por um maior período de tempo (8 dias) e níveis mais altos (48° C).

Para inativação de ovos de helmintos, Carrington (2001) sugere sete minutos a 70°C; 30 minutos a 65°C; duas horas a 60°C; 15 horas a 55°C ou três dias a 50°C. Hamoda *et al.*, (1998) constataram que temperaturas na faixa de 40°C favorecem à degradação orgânica de carbono total de forma mais eficiente nos três primeiros dias após a montagem da pilha de compostagem, que se mantém durante o decorrer dos dias, quando comparado com as outras temperaturas. Após a fase termófila, foi observado o declínio da temperatura de 48°C para valores abaixo de 35°C, caracterizando o início da fase mesófila, em que as temperaturas ficam próximas à temperatura ambiente.

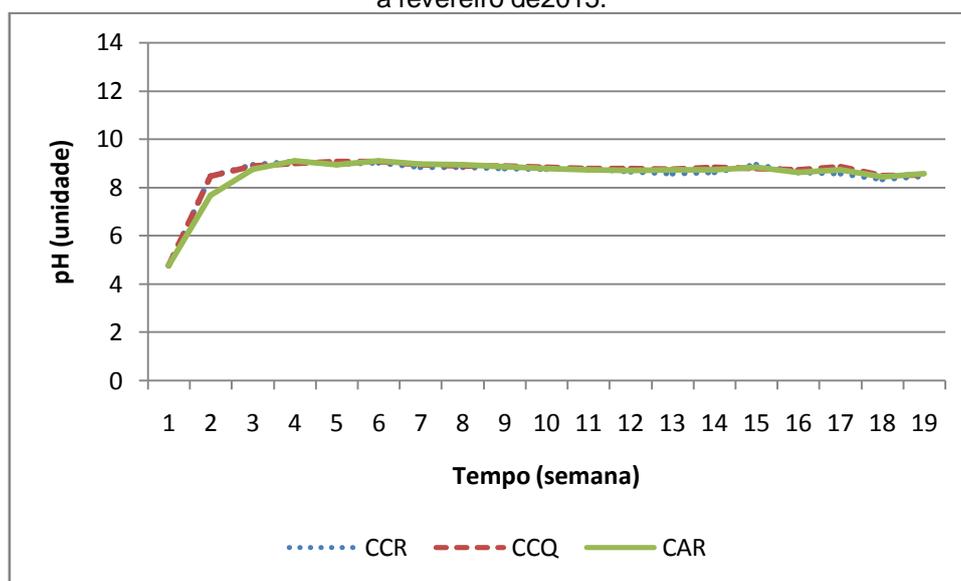
Silva *et al.*, (2014) constataram temperaturas termófilas variando entre 45° C e 65°C com duração mínima de sete dias em compostagem realizada nas condições ambientais semelhantes as apresentadas no presente trabalho (reviramento duas vezes por semana, monitoramento diário de temperatura e exposição a chuvas e radiação solar).

Os níveis de temperatura verificados para os três tratamentos revelam a eficiência do processo de compostagem. O aumento da temperatura caracteriza a obtenção da fase termófila, que é consequência do metabolismo exotérmico dos organismos que fazem a decomposição e garantem a eficiência do processo de degradação e higienização do substrato e geração de um composto higienizado, favorável ao uso agrícola. Fatos que poderão ser constatados por meio dos dados que serão analisados em tópicos posteriores.

5.4.3. Potencial hidrogeniônico (pH)

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 19).

Figura 19. 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.



Nas duas primeiras semanas foi constatado pH na faixa de 8,46 para os tratamentos CCR e CCQ, o que indica a fase termófila com as faixas de temperatura mais altas (48°C e 47°C, respectivamente) e teor de umidade média de 62,4% e 56,4%, enquanto o tratamento CAR apresentou pH 7,6, atingindo a fase termófila com temperatura máxima mais baixa (46°C) e umidade ainda elevada 68,13%.

Valores mais altos de pH foram observados por Heck *et al.*, (2013) durante a fase termófila do processo de compostagem com resíduo orgânico domiciliar, resíduos de poda vegetal e lodo de esgoto, permanecendo estável após a fase termófila com o decaimento da temperatura.

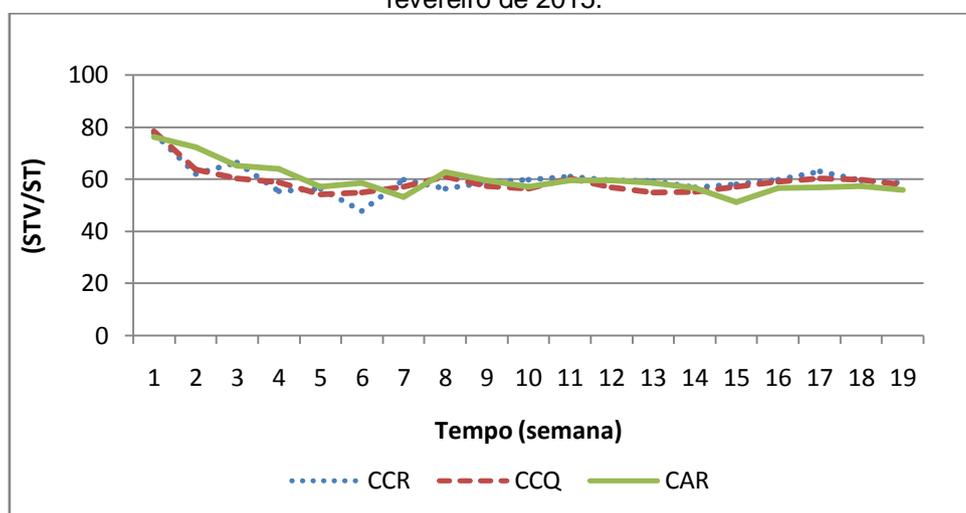
Os valores de pH verificados no presente trabalho foram semelhantes aos obtidos por Silva *et al.*, (2011) em compostagem com resíduos orgânicos

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 7,75 a 8,43.

5.4.4. Sólidos Totais Voláteis (STV)

A concentração de sólidos refere-se ao resíduo total presente no substrato, quer seja de origem orgânica ou inorgânica, e é um indicador da massa total a ser tratada (LEITE *et al.*, 2002). Os sólidos voláteis correspondem à parte orgânica que é degradada durante a compostagem e transformada em matéria inorgânica que pode ser assimilada pelos vegetais. Embora a matéria orgânica seja fonte de nutrientes liberados no processo de mineralização, as plantas não comem matéria orgânica (MALAVOLTA, E; PIMENTAL GOMES, F; ALCARDE, J. C, 2002). 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).

Figura 20. 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%) acima daqueles obtidos por Silva *et al.*, (2014) que foram 46,18% e 49,73%. Porém,

próximos a faixa de redução considerada eficiente em processo de estabilização por Pereira Neto (1996), redução média de sólidos totais voláteis em torno de 40%. Silva *et al.*, (2011) No final do processo de estabilização constatou-se a redução média de STV de 66,62 a 78,77% para tratamento submetido a condições ambientais semelhantes.

Observou-se conforme esperado, o decréscimo dos valores de STV, para todos os tratamentos, com valores médios de redução maiores para o tratamento CAR (55%) e estabilização em torno de 121 dias para todos os tratamentos. Verificou-se, porém, o aumento de STV na décima quinta semanas para o CAR e décima sétima semana para o CCR. Esta variação reflete as dificuldades de análises desse parâmetro, mesmo que a amostra seja composta, haja vista que não há uniformidade em todo o sistema em relação ao substrato e as amostras são recolhidas antes do reviramento.

5.5. Características do composto resultante do SITRADERO móvel

Os compostos produzidos nos tratamentos CCR, CCQ e CAR, a partir de resíduos sólidos orgânicos domiciliares, resíduos de folhas e 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 5).

Tabela 5. Caracterização física, química e Sanitária dos compostos produzidos a partir de resíduos sólidos orgânicos domiciliares e resíduos florísticos. Campina Grande-PB, 2014.

| Características ⁽¹⁾ | CCR | | CCQ | | CAR | | Instrução Normativa ⁽²⁾ nº 25 e nº 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

CCR - subsistema de concreto retangular; CCQ- subsistema de concreto quadrado; CAR- subsistema de alumínio e aço inoxidável retangular.

Embora os dados referentes a pH, teor de umidade e ovos de helmintos atendam às ⁽²⁾Instruções Normativas nº 25 e nº 27 do Ministério da Agricultura (BRASIL, 2009; BRASIL, 2006), os percentuais de transformação para todos os tratamentos foram baixos, 14,18; 14,72; 18,5, (Tabela 6), refletindo os problemas enfrentados ao longo do experimento, devido a exposição às fortes radiações solares, especialmente para o tratamento CCQ.

O composto obtido dos diferentes tratamentos constituiu-se de composto tipo pó (16,68 kg), composto tipo farelo (10,10 kg) e rejeito (15,90 kg), conforme se apresentam na Tabela 6.

Tabela 6. Composição da massa final resultante dos diferentes tratamentos de compostagem com resíduos sólidos orgânicos domiciliares coletados no bairro Malvinas, Campina Grande-PB. Outubro de 2014 a fevereiro de 2015.

| Origem | Massa (kg) | | Composição da massa final após peneiramento | | | | | | | |
|------------|------------|----------|---|-------|--------------|-------|---------|-------|------------|--------------------|
| | Inicial | Retirada | Pó (2mm) | | Farelo (4mm) | | Rejeito | | Total (kg) | Trans-formação (%) |
| | | | (kg) | (%) | (kg) | (%) | (kg) | (%) | | |
| CCR | 90 | 3,75 | 5,16 | 40,47 | 3,3 | 25,84 | 4,3 | 33,68 | 12,76 | 14,18 |
| CCQ | 90 | 3,86 | 4,85 | 36,63 | 2,9 | 21,87 | 5,5 | 41,48 | 13,25 | 14,72 |
| CAR | 90 | 3,82 | 6,65 | 39,94 | 3,9 | 23,42 | 6,1 | 36,63 | 16,65 | 18,5 |
| Média | 90 | 3,81 | 5,55 | 39,01 | 3,36 | 23,71 | 5,3 | 37,26 | 14,22 | 15,18 |
| Desv.P ad. | 0 | 0,05 | 0,95 | 2,08 | 0,50 | 2,00 | 0,91 | 3,93 | 2,11 | 2,35 |

Os tratamentos CCR e CAR apresentaram os maiores percentuais de composto tipo pó 40,47% e 39,4%, respectivamente. Os rejeitos compreenderam basicamente pedaços de galhos dos arranjos de flores e caroços de frutas (manga e abacate), resíduos de difícil degradação, mas que podem ser utilizados como estruturantes em uma nova compostagem. Os maiores percentuais de rejeitos corresponderam aos tratamentos CCQ e CAR, 41,48% e 36,63%, respectivamente, o que pode ser explicado pelo menor tempo de exposição às temperaturas termófilas, pois, é na fase termófila que acontece a maior intensidade no metabolismo dos organismos responsáveis por desempenharem a decomposição dos sólidos totais voláteis (OGUNWANDE; OGUNJIMI; FAFYEBI, 2008).

Não foram encontrados, entre os rejeitos, resíduos que pudessem comprometer a aplicação do composto resultante ou a reutilização do farelo e

do rejeito como estruturante em um novo processo de compostagem, confirmando que as famílias participantes do projeto tomaram cuidados especiais no momento de selecionar os resíduos sólidos orgânicos em suas residências.

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

5.6. Análise das tecnologias desenvolvidas para o tratamento dos resíduos sólidos orgânicos domiciliares

Analisando as tecnologias aplicadas para o tratamento dos resíduos sólidos orgânicos domiciliares, obtido através do processo de compostagem em escala real, os subsistemas de compostagem (CCR, CCQ e CAR) apresentaram características que contribuíram para o tratamento dos resíduos sólidos orgânicos domiciliares de forma eficiente (Quadro6).

Os modelos de composteiras em concreto, utilizados nos tratamentos CCR e CCQ, apresentam uma abertura lateral que contribuiu de forma significativa para facilitar o processo de reviramento do substrato, realizado com auxílio de ferramentas agrícolas. O modelo de metal, utilizado no tratamento CAR, não apresentou o desempenho esperado para o processo de reviramento, executado através de manivela integrada à lateral do compartimento de cada composteira, mesmo, passando por adaptações na configuração da sua base. Com isso, o modelo de composteiras de metal necessita de ajustes nas hélices da manivela para permitir, assim, o reviramento total do material que, durante o desenvolvimento do experimento, foi auxiliado por uma ferramenta do tipo espátula, construída à parte. Além dessas, outras características diferenciam os modelos de composteiras avaliados como mostra o Quadro 6.

Quadro6. Comparação das características das composteiras para tratamento descentralizado dos resíduos sólidos orgânicos domiciliares. Campina Grande-PB, 2014.

| Características | CCR | CCQ | CAR |
|---|---|---|--|
| Forma de reviramento | Manual com auxílio de Ferramentas agrícolas | Manual com auxílio de Ferramentas agrícolas | Manual com auxílio de manivela acoplada e espátula |
| Quantidade de compartimentos | 02 | 02 | 01 |
| Configuração | Retangular | Quadrada | Retangular com a base na forma de cilindro |
| Material utilizado para confecção | Concreto | Concreto | Metal (alumínio, aço inoxidável e ferro) |
| Proteção do material contra contaminação | Excelente | Excelente | Excelente |
| Facilidade na Higienização | Regular | Regular | Excelente |
| Facilidade para retirada da massa final para o peneiramento | Regular | Regular | Excelente |
| Dispositivos de segurança | Ausente | Ausente | Trava para manivela |
| Cor | Cinza | Cinza | Prata |
| Suporte | Barrotes de concreto | Barrotes de concreto | Pés de Ferro |
| Capacidade volumétrica | 75.000 cm ³ | 41000 cm ³ | 75.000 cm ³ |
| Custo (R\$) | 300,00 | 350,00 | 2.625,00 |

Para a avaliação das características qualitativas foram designados os conceitos de Excelente, Regular e Ruim de acordo com as propriedades esperadas para o composto resultante e com as observações realizadas durante o monitoramento do sistema de tratamento.

A proteção do material contra a reincidência de contaminação se mostrou excelente sendo apresentado um composto final livre de ovos de helmintos para todos os modelos de composteiras estudados. Quanto a

facilidade para a retirada da massa final resultante do processo de compostagem e higienização das composteiras após a retirada do material tratado exigiram menos esforço físico no manuseio do modelo CAR se mostrando excelentes quanto tais parâmetros.

A elaboração e aplicação de tecnologias apropriadas para a gestão dos resíduos sólidos domiciliares oferecem vantagens que se estendem entre a melhoria na eficiência da coleta, a possibilidade de tratamento dos resíduos sólidos orgânicos e, de forma geral, o favorecimento à melhoria da qualidade ambiental local. De acordo com Wagner; Bellotto (2008), outros impactos positivos, como a geração de novos negócios, a valorização dos imóveis, o desenvolvimento do potencial turístico e a ampliação da arrecadação municipal, podem ser alcançados com a implantação de sistemas de saneamento descentralizado.

No Quadro 7, são apresentados os aspectos positivos e os aspectos que precisam ser melhorados nas tecnologias desenvolvidas para o tratamento dos resíduos sólidos orgânicos.

Quadro 7. Comparação dos aspectos observados nas tecnologias de tratamento dos resíduos sólidos domiciliares. Campina Grande- PB, 2014.

| Modelos de Composteira | Aspectos positivos | Aspectos a serem melhorados |
|-------------------------------|--|--|
| CCR | <ul style="list-style-type: none"> - móvel; -Produção de um composto tratado e higienizado; -pode ser implantada em condomínios ou escolas; - Baixo custo; - evita o contato direto do material com o solo diminuindo os riscos de contaminação do composto; - Possibilidade do uso de todos os compartimentos de forma intercalada, a partir de adaptações realizadas conforme a produção local dos resíduos. | <ul style="list-style-type: none"> - necessidade de uma área maior para instalação; - melhor aproveitamento dos compartimentos que ficam vazios entre um reviramento e outro; - necessidade de duas pessoas em caso de remoção para outro ambiente; |

Quadro 7. Comparação dos aspectos observados nas tecnologias de tratamento dos resíduos sólidos domiciliares. Campina Grande- PB, 2014. (Continuação).

| Modelos de Composteira | Aspectos positivos | Aspectos a serem melhorados |
|-------------------------------|--|--|
| CCQ | <p>móvel;</p> <ul style="list-style-type: none"> -Produção um composto tratado e higienizado; -pode ser implantada em condomínios ou escolas; - Baixo custo; - evita o contato direto do material com o solo,diminuindo os riscos de contaminação do composto; -possibilidade de aumento do sistema de acordo com o aumento da produção de resíduos; - maior capacidade volumétrica; - Possibilidade do uso de todos os compartimentos de forma intercalada, a partir de adaptações realizadas conforme a produção local dos resíduos. | <ul style="list-style-type: none"> - necessidade de uma área maior para instalação; - necessidade de duas pessoas em caso de remoção entre espaços; -área de contato com incidência solar pode comprometer a manutenção da umidade se o substrato a ser tratado não atingir a capacidade volumétrica total da composteira. - melhor aproveitamento dos compartimentos que ficam vazios entre um reviramento e outro. |
| CAR | <p>móvel e desmontável;</p> <ul style="list-style-type: none"> -Produz um composto tratado e higienizado; -pode ser implantada em condomínios ou domicílios; - evita o contato direto do material com o solo diminuindo os riscos de contaminação do composto; -possibilidade de aumento do sistema de acordo com o aumento da produção de resíduos; -ocupa uma área menor comparada às composteiras de concreto; - possibilita a retirada do composto com maior facilidade; -Menor peso; -Facilidade no manuseio; -Maior facilidade na higienização; | <ul style="list-style-type: none"> - Custo mais elevado comparado as composteiras de concreto; - Configuração da manivela não favoreceu o processo de reviramento do material da forma esperada; - Compartimento único limita a quantidade de resíduo a ser tratada; |

CCR - Subsistema de concreto retangular; CCQ- Subsistema de concreto quadrado; CAR- Subsistema de aço e alumínio inoxidável retangular.

O desenvolvimento de tecnologias feitas com materiais que sejam de fácil aquisição e de simples manejo apresenta-se como uma alternativa importante na aplicação do tratamento aeróbio dos resíduos sólidos orgânicos domiciliares em pequena escala de forma descentralizada, pois, além de diminuir a quantidade de resíduos, proporciona uma série de benefícios que envolvem o tratamento de resíduos sólidos orgânicos domiciliares de forma eficiente e com baixo custo, a redução de riscos à saúde ambiental e humana, melhoria da qualidade ambiental e de vida da população local e a disposição adequada de resíduos sólidos, bem como a redução do material enviado ao lixão ou aterro sanitário.

De acordo com Madrid *et al.*, 2015, o desenvolvimento de tecnologias para ampliação dos sistemas de saneamento descentralizado representa uma tentativa de ruptura dos entraves tecnológicos, políticos e gerenciais que atualmente dificultam a difusão adequada do saneamento ambiental às populações que habitam áreas rurais e localidades de pequeno porte, especialmente aquelas afastadas dos centros urbanos.

Quadro 8. Avaliação das tecnologias de tratamento dos resíduos sólidos orgânicos com relação à eficiência na manutenção das condições ideais para o desenvolvimento da compostagem. Campina Grande-PB, 2014.

| Parâmetros | CCR | CCQ | CAR |
|---|-----------|-----------|-----------|
| Formação de zonas de anaerobiose | Ausente | Ausente | Ausente |
| Níveis médios de temperatura termófila (°C) | 48 | 47 | 46 |
| Duração da fase termófila (dias) | 8 | 5 | 3 |
| Percentual de redução de STV (%) | 58,6 | 57,9 | 55,9 |
| Eficiência de transformação (%) | 14,8 | 15,39 | 19,32 |
| Tempo de estabilização (dias) | 120 | 120 | 120 |
| pH do composto (unid.) | 8,4 | 8,5 | 8,5 |
| Perda de substrato durante o reviramento | Regular | Regular | Ausente |
| Eliminação dos ovos de helmintos | Excelente | Excelente | Excelente |

CCR-Subsistema de concreto retangular; CCQ- Subsistema de concreto quadrado; CAR- Subsistema de aço e alumínio inoxidável retangular.

Os critérios adotados para avaliar e classificar o desempenho das diferentes composteiras em regular, ruim ou excelente, obedeceu às recomendações encontradas na literatura para indicar o desempenho de um sistema de compostagem com características favoráveis a obtenção de um composto com aspectos agrônômicos apropriados e que atendam a legislação Nacional vigente.

De forma geral, o desempenho dos três modelos de composteiras avaliados foi satisfatório, pois estes possibilitaram a produção de um composto final livre de contaminação por ovos de helmintos e com características de um material estabilizado. Recomenda-se a sua aplicação em cultura agrícola para comprovar a sua viabilidade.

As configurações e a capacidade volumétrica das diferentes composteiras não interferiram no desenvolvimento do processo de degradação. Ambos modelos acompanharam o padrão de comportamento de temperatura apresentado na literatura, com variações em função da profundidade e dos teores de umidade, principalmente para as composteiras quadradas que apresentaram os níveis de redução de umidade com maior velocidade.

O percentual de umidade manteve-se dentro do padrão esperado para tratamento aeróbios em formação de áreas de anaerobiose, requereu, no entanto, ajustes a partir da 4ª semana. Exceto para as composteiras em concreto quadrado (CCQ), que perderam umidade com maior velocidade, o que pode estar associado ao fato de estas apresentarem maior área de incidência para radiação solar, pois, não recebeu o substrato a ser tratado em quantidade suficiente para completar sua capacidade volumétrica, apresentando espaços vazios, que podem ter aumentado a incidência solar no material, com conseqüente comprometimento da concentração de umidade.

O comportamento relativo aos valores de pH observado para todos os tratamentos demonstrou desempenho característico do processo de

compostagem descritos na literatura. Foi observado pH ácido variando entre 4,6 e 4,9, para todos os tratamentos no primeiro dia de compostagem, com rápida elevação dos valores. Nas semanas seguintes, verificou-se a tendência ao aumento gradativo ou manutenção de valores de pH próximos a 8,0. Apresentando compostos estabilizados ao final do processo de compostagem, com valores de pH variando entre 8,4 a 8,5 para o CCR; 8,5 a 8,6 para o CCQ e entre 8,5 e 8,7 para CAR.

Todas as composteiras analisadas demonstraram eficácia para o tratamento dos resíduos sólidos orgânicos domiciliares, refletindo a eficiência de 100% na inviabilização dos ovos de helmintos e na produção de um adubo estabilizado e higienizado. No entanto, a viabilidade de uso agrícola não foi testada.

5.9. A Educação Ambiental como instrumento base para a gestão de resíduos sólidos domiciliares

A aplicação de estratégias em Educação Ambiental constituiu um importante instrumento no processo de sensibilização para implantação da gestão dos resíduos sólidos domiciliares no entorno da Comunidade Eclesial de base Jesus Libertador, no bairro Malvinas, Campina Grande-PB.

O processo de sensibilização teve início com a formação em Educação Ambiental para integrantes da Comunidade Jesus Libertador (OLIVEIRA; SILVA, 2007) e para líderes comunitários (BISPO; SABINO; SILVA, 2013), resultando na mudança de percepção desses atores sociais sobre a problemática dos resíduos sólidos no bairro, expressando a necessidade de resolvê-los através da implantação da coleta seletiva. Após o processo de sensibilização ocorreu a mobilização para implantação da coleta seletiva, que contou com o apoio dos líderes comunitários que passaram por formação.

Atualmente, 283 residências situadas no entorno da Comunidade Jesus Libertador disponibilizam os resíduos sólidos recicláveis secos para os catadores de materiais recicláveis da ARENSA (Associação de Catadores de Materiais Recicláveis da Comunidade Nossa Senhora Aparecida). O projeto também tem possibilitado o desenvolvimento de alternativas tecnológicas que

visam favorecer o exercício profissional e a inclusão social desses profissionais que desenvolvem a coleta seletiva porta a porta em alguns bairros de Campina Grande-PB. Entre as alternativas tecnológicas estudadas, inclui-se a compostagem, indicada na literatura como eficiente e de baixo custo de tratamento dos resíduos sólidos orgânicos.

De acordo com Silva (2008), a sustentabilidade de uma determinada tecnologia depende do amplo processo de Educação Ambiental, e este deve atingir os vários setores da sociedade local, de modo a fomentar a articulação entre os gestores municipais e a sociedade civil organizada e a corresponsabilidade (SILVA, 2008). Nesse âmbito, a aplicação das estratégias de sensibilização e de mobilização social possibilitou expor e discutir o planejamento das atividades necessárias à efetivação das etapas previstas para execução do experimento de compostagem; propiciou o despertar para os impactos negativos decorrentes da falta de gerenciamento dos resíduos sólidos domiciliares; proporcionou mudanças na percepção em relação à destinação dada aos resíduos sólidos orgânicos domiciliares e permitiu a reciclagem e o aproveitamento de tais resíduos através da transformação em adubo.

Por outro âmbito, a falta de espaços públicos adequados para implantação de sistemas de tratamento dos resíduos sólidos orgânicos ainda constitui uma limitação. Nesse sentido, a articulação entre sociedade e gestores municipais é fundamental, principalmente na viabilização de ambientes adequados que possibilitem o tratamento de resíduos sólidos orgânicos domiciliares em sistemas descentralizados, bem como, na implementação de estratégias para aplicação do composto resultante no local em que é produzido.

6. CONCLUSÕES

Através da caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos orgânicos domiciliares gerados no bairro Malvinas foi diagnosticado que cada família produz diariamente a média de 3,51 kg/família, o que equivale à geração per capita (média de quatro pessoas por família) de 0,88 kg/dia.hab.

Considerando a produção média diária de resíduos correspondente a 0,88 kg/dia.hab e população de 88,457 habitantes, logo, são produzidos em média 77.842,16 kg de resíduos diariamente. É importante destacar que apenas 12% desse total não são recicláveis. Com isso, 88% dos resíduos produzidos podem ser reciclados ou reaproveitados.

A partir da caracterização gravimétrica foi verificado o elevado percentual de resíduos sólidos orgânicos domiciliares (68%) gerados na comunidade Jesus Libertador, revelando o potencial para o tratamento descentralizados desses resíduos.

A formação em Educação Ambiental para líderes comunitários vinculados à Comunidade Eclesial de Base Jesus Libertador provocou o despertar para a necessidade de implantar a Coleta Seletiva no bairro Malvinas, o que propiciou a implantação inicialmente em 283 residências, demandando a necessidade de tratar a parcela orgânica dos resíduos sólidos orgânicos domiciliares coletados naquela área e a inserção socioeconômica de catadores de materiais recicláveis por meio de tecnologias sociais.

A implantação do sistema de tratamento descentralizado 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 sólidos orgânicos produzidos, diminuindo a quantidade de resíduos encaminhada ao aterro sanitário.

A aplicação das estratégias de sensibilização e de mobilização social possibilitou expor e discutir o planejamento das atividades necessárias à efetivação das etapas previstas para execução do experimento de compostagem; propiciou o despertar para os impactos decorrentes da falta de

gerenciamento dos resíduos sólidos domiciliares; proporcionou mudanças na percepção em relação à destinação dada aos resíduos sólidos orgânicos domiciliares e permitiu a reciclagem e o aproveitamento de tais resíduos através da transformação em adubo.

A compostagem, além de permitir a estabilização dos resíduos sólidos orgânicos domiciliares, favoreceu a higienização dos mesmos, contribuindo para a minimização dos riscos de contaminação e com a redução da quantidade de resíduos que é encaminhada ao aterro sanitário de Campina Grande-PB.

De forma geral, 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, apontando para a diminuição dos riscos de contaminação para os catadores de materiais recicláveis e para o meio ambiente.

7. RECOMENDAÇÕES

Sensibilizar, formar e mobilizar grupos de pessoas (catadores de materiais recicláveis da própria localidade; integrantes de associação existente no bairro; grupos de evangelização da igreja do bairro ou pessoas do bairro dispostas a realizar a compostagem), em parceria com gestores municipais, para implantar, desenvolver e monitorar o processo de compostagem em localidades que desejarem a implantação de sistemas de tratamento aeróbios descentralizado de resíduos sólidos orgânicos domiciliares.

Promover a articulação entre a sociedade organizada e gestores públicos municipais para a viabilização de espaços públicos adequados que possibilitem a implantação de sistemas de tratamento de resíduos sólidos orgânicos domiciliares de forma descentralizada.

Estudar estratégias para aplicação do composto resultante no local em que é produzida, de forma a completar o ciclo de sustentabilidade, como a criação de hortas e a implementação de farmácias vivas comunitárias.

Analisar a definição de pontos de entrega dos resíduos sólidos orgânicos com o desenvolvimento e implantação de coletores adequados próximos ao local de tratamento dos resíduos sólidos orgânicos, no sentido de facilitar o trabalho de coleta dos resíduos para tratamento.

Tratar os resíduos de flores, tendo em vista que os mesmos representam vias de contaminação expressivas por ovos de helmintos, conforme apresentado nos resultados das análises deste estudo.

8. REFERÊNCIAS

American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA), Water Environment Federation (WEF). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, 21^a ed. Washington D.C, 2005, 1134p.

ATHAYDE JÚNIOR, G. B. BESERRA, L. B. S. FAGUNDES, G. S. Sobre a geração de resíduos sólidos domiciliares em bairros de classe média e alta de João Pessoa. **Revista de Estudos Ambientais**. v. 9, n. 2. p. 73-88, jul/dez. 2007. Disponível em: <http://proxy.furb.br/ojs/index.php/rea/article/view/727>. Acesso em: 2 mar. 2013

ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2010**. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2014.pdf>. Acesso em: 10-08-2015.

ARTHURSON, V. Proper sanitization of sewage sludge: A critical issue for a sustainable society. **Applied and Environmental Microbiology**, v.74, p.5267-5275, 2008.

AZEVEDO, P.B; LEITE, J. C. A.; OLIVEIRA, W. S. N.; SILVA, F. M.; FERREIRA, P. M. L. Diagnóstico da degradação ambiental na área do lixão de Pombal – PB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. Pombal, PB, v. 10, n.1, p. 20 –34, jan-mar, 2015. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/>. Acesso em: 10-08-2015.

BATISTA, F. G. de A; LIMA, V. L. A.; SILVA, M. M. P. Avaliação de riscos físicos e químicos no trabalho de catadores de materiais recicláveis – Campina Grande, Paraíba. **Revista Verde**, v. 8, n. 2, Mossoró, p. 284 - 290, abr/jun, 2013.

BARREIRA, L.P; PHILIPPI JUNIOR, A; RODRIGUES, M.S. Usinas de compostagem do Estado de São Paulo: qualidade dos compostos e processos de produção. **Eng. Sanit. Ambient.** v.11 n.4 Rio de Janeiro out./dez. 2006.

BERTONCINI, E. I. . Tratamento de efluentes e reúso da água no meio agrícola. **Tecnologia & Inovação Agropecuária** (Online) , v. 1, p. 152-169,

2008. http://www.dge.apta.sp.gov.br/publicacoes/T&IA/T&IAv1n1/Revista_Apta_Artigo_118.pdf.

BISPO, A. L.; SABINO, S. N.; SILVA, M. M. P. Educação Ambiental na Formação dos Líderes Comunitários: Um Instrumento de Inserção da temática ambiental na Comunidade do Bairro das Malvinas em Campina Grande- PB. In SEABRA, G. (organizador). **Qualidade de vida, Mobilidade e Segurança nas Cidades**, João Pessoa: Editora Universitária da UFPB, 2013. Disponível em: <http://www.Conferenciadaterra.com>. Acesso em: 22-08-2013.

BRASIL. **Resolução 275 do CONAMA**. Estabelece código de cores para diferentes coletores e transportadores, Brasília, CONAMA, 2001.

BRASIL. **Instrução Normativa Nº 27, de 05 de junho** de 2006.

BRASIL. **Instrução Normativa Nº 25, de 23 de julho** de 2009.

BRASIL. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE**. Acesso em: 10-06-2014. Disponível em: www.censo2010.ibge.gov.br.

BRASIL. **Manual para Implantação de Compostagem e de Coleta Seletiva no Âmbito de Consórcios Públicos**. Ministério do meio ambiente – MMA Secretaria de recursos hídricos e ambiente urbano. Melhoria da gestão ambiental urbana no Brasil. Brasília-DF, 2010. Acesso em: 10-06-2014. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/>

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**, Lei 12305/2010. Brasília-DF, 2010.

BRASIL. **Guia para Elaboração dos Planos de Gestão de Resíduos Sólidos**. Ministério do meio ambiente – MMA Secretaria de recursos hídricos e ambiente urbano. Brasília-DF, 2011. Acesso em: 10-06-2014. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/>.

BRINGHENTI, J. R.; GÜNTHER, W. M. R. Participação social em programas de coleta seletiva de resíduos sólidos urbanos. **Eng. Sanit. Ambient**, São Paulo, v.16, n.4, p.421-430, Dez, 2011.

BUSNELLO, J. F; KOLLING, F. D; MOURA, C. L; DALLA COSTA, R.pH e granulometria no processo de compostagem aeróbica utilizando lodo de esgoto associado a diferentes fontes de resíduos. **Cadernos de Agroecologia**, Porto Alegre/RS, V. 8, n. 2, p. 01- 06, Nov, 2013.

CAMPOS, H. K. T. Renda e Evolução da Geração per Capita de Resíduos Sólidos no Brasil. **EngSanitAmbient**, São Paulo, v.17 n.2, p. 171- 180, abr/jun. 2012.

CALLISTER, JR. W. D; Estrutura dos metais e das cerâmicas. In__ **Fundamentos da Ciência da Engenharia de Materiais: uma Abordagem Integrada**. Tradução de Sergio MurilioStamile Soares. 2ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

CORDEIRO, N. M. **Compostagem de Resíduos Verdes e Avaliação da Qualidade dos Compostos Obtidos - Caso de Estudo da Algar S.A.** Dissertação (mestrado)- Instituto Superior de Agronomia. Lisboa, 2010.

COSTA, M. P.; SABINO, S. N.; SOUZA, D. M.; SILVA, M. M. P.Diagnóstico socioambiental de catadores e catadoras de materiais recicláveis que atuam no bairro das Malvinas, Campina Grande-PB. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 28, 2015, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ABES, 2015.

CARRINGTON, E.G. Evaluation of sludge treatments for pathogen reduction.**Final Report. Luxembourg: EuropeanCommunities.** september, 2001. 44 p.

CASSENOTE AJ, PINTO NETO JM, LIMA-CATELANI AR, FERREIRA AW.Contaminação do solo por ovos de geo-helminthos com potencial zoonótico na municipalidade de Fernandópolis, Estado de São Paulo, entre 2007 e 2008. **Rev. Soc. Bras. Med. Trop.** v.44 n.3, Uberaba, Mai/Jun, 2011.

COSTA, M. P.; SABINO, S. N.; SOUZA, D. M.; SILVA, M. M. P. Diagnóstico socioambiental de catadores e catadoras de materiais recicláveis que atuam no bairro das Malvinas, Campina Grande-PB. In: Congresso Brasileiro de

Engenharia Sanitária e Ambiental, 28, 2015, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: ABES 2015.

COSTA, M. G. D; SILVA, M.M. P; LEITE, V. D. 2002. CARACTERIZAÇÃO E DESTINO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NA QUADRA 11, DO RESIDENCIAL BONALD FILHO UMA CONTRIBUIÇÃO PARA A COLETA SELETIVA. **Anais.** XXVIII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. Cacún. México. 2002.

FRANÇA, C.A.M.; MAIA, M. B. R.; Panorama do agronegócio de flores e plantas ornamentais no Brasil. **Anais...**In: XLVI Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Rio Branco: 2008. CD-ROM.

FERREIRA, J. A; ANJOS, L. A. Aspectos de saúde coletiva e ocupacional associados à gestão dos resíduos sólidos municipais. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, ano 12, n. 104, P. 689-696, mai-jun, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/csp/v17n3/4651.pdf>. Acesso em: 10/08/2013.

FONSECA, E. O. L; TEIXEIRA, M. G; BARRETO, M; CARMO, E. H; COSTA, M. da C. N.Prevalência e fatores associados às geo-helminthiases em crianças residentes em municípios com baixo IDH no Norte e Nordeste brasileiros. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, vol.26, n.1, p. 143-152, jan. 2010.

FRIAS, A.A.T.; SILVA, J.B.; TOZATO, H.C. Ocorrência de ovos de helmintos em hortaliças comercializadas na cidade de Apucarana (PR). **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde, Londrina**, v.33, n.1, p.35-42, 2012.

GUIDONI, L. L. C; BITTENCOURT, G; MARQUES, R. V; CORRÊA, L. B; CORRÊA, E. K. Compostagem Domiciliar: Implantação e Avaliação do Processo. **Tecno-Lógica**, Santa Cruz do Sul, v. 17, n. 1, p. 44-51, Jan/jun. 2013.

GONÇALVES, M. A.; TANAKA A. K.; AMEDOMAR, A. A. A Destinação Final dos Resíduos Sólidos Urbanos: alternativas para a cidade de São Paulo através de casos de sucesso. **Future Studies Research Journal**. São Paulo, v.5, n.1, pp. 96-129, Jan./Jun. 2013.

GOUVEIA, N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Ciênc. saúde coletiva**, vol.17, n.6, p.1503-1510, Jun. 2012.

HERBETS, R. A; COELHO, C. R. de A; MILETTI, L. C; MENDONÇA, M. M. de. Compostagem de resíduos sólidos orgânicos: aspectos biotecnológicos. **Revista Saúde e Ambiente**, , v. 6, n.1, jun. 2005.

HAMODA M.F.; QDAIS H.A.; NEWHAM J. (1998). Evaluation of municipal solid waste composting kinetics. **Resources, Conservation and Recycling**.23. P 209-223.

HECK, K.; DE MARCO, E. G.; HAHN, A. B. B.; KLUGE, M.; SPILKI, F. R.; VAN DER SAND, S. T. Temperatura de degradação de resíduos em processo de compostagem e qualidade microbiológica do composto final. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, vol.17, n.1, Jan.2013.

JACOBI, P. R ; BESEN, G. R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade .**Estudos Avançados**, v.25,p. 135 – 158, 2011.

JACOBI, P, R. Educação Ambiental: o desafio da construção de um pensamento crítico, complexo e reflexivo. **Revista Educação e Pesquisa**. v. 31,n. 2. São Paulo, p. 233-250, maio-agosto, 2005.

JANEIRO, D. I. **Avaliação de helmintos e protozoários patogênicos no RioBodocongó-PB e sua relação com as condições de saúde da população**.2003. 107 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente- PRODEMA). UFPB/UEPB: Campina Grande/PB, 2003.

JARDIM, D. B. Educação Ambiental: Trajetórias, Fundamentos e Identidades. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, Rio Grande do Sul, v. 22, P. 120-130, 2009. Disponível em: <http://www.remea.furg.br/>. Acesso em: 10/09/2009.

LAMANNA, S. R.; GÜNTHER, W. M. R. Compostagem caseira como instrumento de minimização de resíduos e de mobilização social: experiência

na vila Santo Antônio, campos do Jordão, SP, Brasil. **Revista AIDIS**, V. 1, N. 4, 2008.

LANGE, L. C; CUSSIOL, N. A. M. Avaliação da Sustentabilidade técnica e ambiental de aterros sanitários como método de tratamento e disposição final de resíduos de serviço de saúde. **Caderno de pesquisa em Engenharia de saúde Pública**, Brasília: FUNASA, p. 43-71, 2006.

LEITE, V. D.; DANTAS, A. M. M.; PRASAD, S.; LOPES, W. S.; ATHAYDE JÚNIOR, G. B.; SOUSA, J. T. Comportamento dos Sólidos Totais em Reator Anaeróbio Tratando Resíduos Sólidos Orgânicos. **Anais**. XXVIII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. Cacún. Mexico. 2002.

LEITE, V. D; SILVA, S. A; SOUSA, J. T; MESQUITA, E. M. N. Análise quali-quantitativa dos resíduos sólidos urbanos produzidos em Campina Grande, PB. In 24º Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Anais**. Belo Horizonte - MG: ABES. 02 a 07 de setembro de 2007.

LEITÃO, V. P. M; MOTA, S; COSTA E SILVA, J. C; LIMA, C. R. G; SILVA, L. A. Análise da temperatura na produção de composto orgânico de folhas de cajueiro e de mangueira.

LOBATO, K. C. D; LIMA, J. P. Caracterização e avaliação de processos de seleção de resíduos sólidos urbanos por meio da técnica de mapeamento. **Eng. Sanit. Ambient**, São Paulo, v.15 n.4, p. 347-356, out/dez 2010.

LOUREIRO, D.C; AQUINO, A. M; ZONTA, E; LIMA, E. Compostagem e Vermicompostagem de Resíduos Domiciliares com Esterco Bovino para a Produção de Insumo Orgânico. **Pesq. agropec. Bras**, Brasília, v.42 n.7, jul. 2007.

MADGAN, M. T.; MARTINKO, J. M.; DUNLAP, P. V. **Microbiologia de Brock**. Tradução de Andreia Queiroz. 12ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

MADRID, F. J. P. Y L.; FIGUEIREDO, I. C. S.; FERRÃO, A. M. DE A. TONETTI, A. L. Metodologia de desenvolvimento eco-sistêmico aplicado ao paradigma do saneamento descentralizado. **Revista Monografias Ambientais - REMOA** v.14, n.1, Jan-Abr. 2015.

MAGALHÃES M. A. de.; MATOS, A. T. de.; DENÍCULI, W.; TINOCO, I. F. F. Compostagem de bagaço de cana-de-açúcar triturado utilizado como material filtrante de águas residuárias da suinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB, v.10, n.2, p.466–471, 2006. Disponível em: <http://www.agriambi.com.br> Acesso em: 10-06-2014.

MAIA, H.J.L.; SILVA, P. A.; CAVALCANTE, L. P. S; SOUZA, M. A.; SILVA, M. M. P. Os Impactos Positivos Advindos com a Implantação da Coleta Seletiva no Bairro de Santa Rosa, Campina Grande-PB. In: III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental **Anais**. Goiânia/GO – 19 a 22/11/2012.

MAIA, H.J.L.; ALENCAR, L. D.; BARBOSA, E. M.; BARBOSA, M. F. N. Política Nacional de Resíduos Sólidos: um marco na legislação ambiental brasileira. **Polêmica**, v. 13, n.1, p. 1070- 1080, jan./fev. 2014.

MAIA, H.J.L.; SOUZA, M. A.; CAVALCANTE, L. P. S.; SILVA, M. M. P.; BARBOSA, E. M. A Legislação Ambiental Brasileira Aplicada a Problemática dos Resíduos Sólidos. In: V Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. **Anais**. Salvador- BA: IBEAS. 25 a 28 de Outubro de 2014.

MAIA, H. J. L.; ALMEIDA E SILVA, P.; CAVALCANTE, L. P. S.; SOUZA, M. A.; SILVA, M. M. P. Coleta seletiva: benefícios da sua implantação no bairro de Santa Rosa, Campina Grande-PB. **POLÊMICA Revista Eletrônica**. v. 12, n. 2. Rio de Janeiro, 2013.

MAIA, C. V. A.; HASSUM, I. C.; VALLADARES G. S. Parasitoses Intestinais em Usuários do Sus em Limoeiro do Norte, Ceará, antes de Expansão de Sistema de Esgotamento Sanitário. **HOLOS**. Vol. 2. Ano 31. 2015.

MALAVOLTA, E; GOMES, P. F; ALCARDE, J. C. **Adubos e Adubações**. São Paulo: Nobel, 2002.

MARAGNO, E. S.; TROMGIN, D. F.; VIANA, E. O uso da serragem no processo de minicompostagem. **Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental**. Rio de Janeiro, v. 12, n. 4, p. 355-360, out/dez, 2007.

MARCHEZETTI, A. L.; KAVISKI, E.; BRAGA, M. C. B. Aplicação do método AHP para a hierarquização das alternativas de tratamento de resíduos sólidos

domiciliar. **Rev. Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 173-187, abr./jun. 2011.

MARCONI, M. A; LAKATOS, E.M. Técnicas de Pesquisa: Planejamento e execução de pesquisas amostragens e técnicas de pesquisa, amostragens técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 1999.

MARQUES. M; HOGLAND, W. Processo Descentralizado de Compostagem em Pequena Escala para Resíduos Sólidos Domiciliares em Áreas Urbanas. **Anais...** Cancun, Quintana - Mexico: XVIII Congresso Inter Americano de Engenharia Sanitária e Ambiental. 27 de Outubro a 01 de novembro de 2002.

MASSUKADO, L. M. **Desenvolvimento do Processo de Compostagem em Unidade Descentralizada e Proposta de software Livre para o Gerenciamento Municipal de Resíduos sólidos Domiciliares.** 250 f. 2008 Tese (Doutorado em ciência da Engenharia Ambiental). Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

MATOS, F. O.; MOURA, Q. L.; CONDE, G. B.; MORALES, G. P.; BRASIL, É. C. Impactos Ambientais Decorrentes do Aterro Sanitário da Região Metropolitana de Belém-Pa: Aplicação de Ferramentas de Melhoria Ambiental. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia v. 12, n. 39, p. 297 –305, set. 2011.

MEDEIROS, S.S.; SOARES, F.A.L.; GHEYI, H.R.; FERNANDES, P.D. Uso de água residuária de origem urbana no cultivo de gébera: efeito nos componentes de produção. **Engenharia Agrícola**, v. 27, n. 2, Jaboticabal, 2007.

MELO, L. A; SAUTTER, K, D; JANISSEK, P. R. Estudo de cenários para o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos de Curitiba. **Eng. Sanit. Ambient**, São Paulo, v.14 n.4, p. 551- 558, out/dez. 2009.

MEHNERT, D. U. Reúso de efluente doméstico na agricultura e a contaminação ambiental por vírus entéricos humanos. **Biológico**, v.65, n.1/2, p.19-21, 2003.

MITSUEDA, N.C.; COSTA, E.V.; D'OLIVEIRA, P. S. Aspectos Ambientais do Agronegócio Flores e Plantas Ornamentais. **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, v.4, n.1, p. 9-20, jan./abr. 2011.

MUSSE, R. S. ; SCHULZ, L. ; MAROS, J. R. G. . Dos Resíduos Orgânicos a Segurança dos Alimentos: investigando a implementação da compostagem em um assentamento na Cidade de Ceará-Mirim (RN). In: SEABRA, Geovanni. (Org.). Terra: Qualidade de Vida, Mobilidade e Segurança nas Cidades. 1a.ed.João Pessoa: Editora da Universidade Federal da Paraíba, 2013, v. II, p. 786-798.

NASCIMENTO, C. R. ; SANTOS, A. A. . Educação Ambiental para a Formação do Cidadão Socioambientalmente Crítico. In: II Congresso Nacional de Educação Ambiental & IV Encontro Nordestino de Biogeografia, 2011, João Pessoa - Paraíba. Educação ambiental: Responsabilidade para a conservação da sociobiodiversidade. João Pessoa - Paraíba: Editora Universitária da UFPB, 2011. v. 1. p. 859-863.

NAGASHIMA, L. A; BARROS JÚNIOR, C; ANDRADE, C. C; SILVA, E. T;HOSHIKA,C.Gestão integrada de resíduos sólidos urbanos – uma proposta para o município de Paranaíba, Estado do Paraná, Brasil.**ActaScientiarumTechnology**. Maringá, v. 33, n. 1, p. 39-47 2011.

OLIVEIRA, I. S.; SILVA, M. M. P. Educação Ambiental em Comunidade Eclesial de Base na Cidade de Campina Grande: Contribuição Para o Processo de Mobilização Social.**Rev. eletrônica Mestr. Educ. Ambient.**v.18, p. 212- 231, jan/julde 2007.

OGUNWANDE, G. A.; OGUNJIMI, L. A. O.; FAFIYEBI, J. O. Effects of turning frequency on composting of chicken litter in turned windrow piles. **InternationalAgrophypics**. v. 22, p. 159-165, 2008.

*PESSIN, N; Conto, S. M; SCHNEIDER, V. E; CADORE, J; ROVATTI, D.*Desenvolvimento De Composteiras para Fração Orgânica dos Resíduos Gerados em Município com Missão Turística. In *23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. **Anais**. Campo Grande – MS: ABES. 18 a 23 de setembro de 2005.

PAULA, L.G. A; CEZAR, V. R. S. Compostagem de resíduos orgânicos da área verde do campus Marechal Deodoro – IFAL em função do número de Revolvimentos. **Rev. Engenharia Ambiental** - Espírito Santo do Pinhal, v. 8, n. 4, p. 155-163, out. /dez. 2011.

PEREIRA NETO, J. T. **Manual de compostagem; processo de baixo custo.** Belo Horizonte - MG: UNICEF, UFV, 1996, 56p.

REZENDE, J. H; CARBONI. M; MURGEL, M.A.T; CAPPS, A. L. A. P; TEXEIRA, H.L; SIMÕES, G. T. C; RUSSI, R. R; LOURENÇO, B. L. R; OLIVEIRA, C. A. Composição gravimétrica e peso específico dos resíduos sólidos urbanos em Jaú (SP). **Eng. Sanit. Ambient**, São Paulo, v.18 n.1, p. 1-8jan/mar 2013.

RIBEIRO, A.R.; SILVA, M.M.P; LEITE, V.D. e SILVA, H. Educação ambiental como instrumento de organização de catadores de materiais recicláveis na comunidade nossa senhora aparecida, Campina Grande-PB. **BIOFAR – Revista de Biologia e Farmácia.** Campina Grande- PB, v. 05, n. 02, p. , mês, 2011. Acesso em: Disponível em:

RIBEIRO, H; BESEN, G. R. Panorama da coleta seletiva no Brasil: desafios e perspectivas a partir de três estudos de caso. **Revista InterfaceHS - Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente**, v. 2, n. 4, p. 1-18, agosto de 2007.

RIBEIRO, L. A.; SILVA, M. M. P.; CAVALCANTE, L. P. S.; NASCIMENTO, J. M.. A. comparativa das tecnologias para coleta e transporte de resíduos sólidos utilizadas por catadores de materiais recicláveis em associação, em Campina Grande-PB. **Anais. 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais.** Rio de Janeiro- RJ: IBEAS, 04 a 08 de Outubro de 2015.

ROVATTI, D.; PESSIN, N. Análise da Viabilidade de Implantação de Um Sistema de Compostagem de Biossólidos Utilizando Resíduos da Indústria Moveleira. In **23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais.** Porto Alegre – RS: ABES. 25 a 29 de setembro de 2011.

ROCHA, I L.; AGUIAR, M I. Análise comparativa de estudos sobre a caracterização física dos resíduos sólidos urbanos gerados em diferentes municípios brasileiros. In: **Anais VII Congresso Norte Nordeste de Tecnologia e Inovação**. Palmas, TO, 2012.

RUSSO, M.A.T. (2004). Introdução à compostagem de resíduos sólidos. Escola Superior de tecnologia e Gestão, Instituto Superior Politécnico de Viana do Castelo, 81 pp.

SANTIAGO, L.S.; DIAS, S. M. F. Matriz de indicadores de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos. **Eng. Sanit. Ambient**, São Paulo, vol.17, no.2, p.203-212. Jun, 2012.

SANTOS, A. M. **Tratamento Descentralizado de Esgotos Domésticos em Sistemas Anaeróbios com Posterior Disposição do Efluente no Solo**. 82 f. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental). Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande/PB. 2013.

SANTOS, J. L. D. **Caracterização Físico- Química e Biológica em Diferentes Laboratórios de Produtos Obtidos a partir da Compostagem de Resíduos Sólidos Orgânicos Biodegradáveis**. 165 f. 2007. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada). Universidade do Porto. 2007.

SANTOS, J. G.R; SANTOS, E. C. K. R. Matéria Orgânica do solo. In____. **Agricultura Orgânica: Teoria e Prática**. Campina Grande: EDUEP, 2008. Cap. 2, p.39-56.

SCAINI, C. J.; TOLEDO, R. N.; LOVATEL, R.; DIONELLO, M. A.; GATTI, F. dos A.; SUSIN, L.; SIGNORINI, V. R. M. Contaminação ambiental por ovos e larvas de helmintos em fezes de cães na área central do Balneário Cassino, Rio Grande do Sul. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. V. 36, n. 5, p. 617-619, set-out, 2003.

SILVA, A. G; LEITE, V. D; SILVA, M. M. P; PRASAD, S; FEITOSA, W. B. S. Compostagem aeróbia conjugada de lodo de tanque séptico e resíduos sólidos vegetais. **Eng. Sanit. Ambient**, São Paulo, v.13, n.4, p.371-379, Dez 2008.

SILVA, M. M. P; LEITE, V.D; FLOR, A. M. A. DUARTE, M.G; CABRAL, S. M. Metodologia para a caracterização de resíduos sólidos em escolas e condomínios: uma contribuição para implantação da coleta seletiva. **Anais**. XXVIII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. Cacún. Mexico. 2002.

SILVA, M. M. P.; RIBEIRO, L. A; CAVALCANTE, L. P. S.; NASCIMENTO, J, M.; COSTA, M. P. Influência de cobertura no desempenho do sistema de Tratamento descentralizado de resíduos sólidos orgânicos domiciliares implantado na zona urbana, em Campina Grande- PB. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 28., 2015, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ABES, 2015.

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 de Tecnologias para Tratamento de Lodos de Esgotos. **Rev. eletrônica Mestr. Educ. Ambient.**v. 23, p. 54-60, julho a dezembro de 2009.

SILVA, M. M. P; SOUSA, J. T; CEBALLOS, B. S. O; LEITE, V. D; FEITOSA, W. B. S; LEITE, V.D. Avaliação Sanitária de Resíduos Sólidos Orgânicos Domiciliares em Municípios do Semiárido Paraibano. **Revista Caatinga**, v. 23, p.87-92,n.2, abril- junho de 2010.

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 setembro 2011.

SILVA, M. M. P. ; SOUSA, R. K.S. ; SOARES, L. P. ; SILVA, P. A.; RIBEIRO, V. V. Aplicação em Escala Piloto de Sistema de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Domiciliares no Bairro de Santa Rosa, Campina Grande-PB. **Anais...** Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro-RJ: ABES, 2012.

SILVA, M. M. P. **Tratamento de lodos de tanques sépticos por cocompostagem para os municípios do semi-árido paraibano: alternativa**

para mitigação de impactos ambientais. 2008. Tese. 219 f. (Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais). Campina Grande-PB: UFCG, 2008.

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.

SILVA, M. M. P.; RIBEIRO, L. A.; CAVALCANTE, L. P. S.; NASCIMENTO, J, M.; COSTA, M. P. Influência de cobertura no desempenho do sistema de Tratamento descentralizado de resíduos sólidos orgânicos domiciliares implantado na zona urbana, em Campina Grande- PB. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 28, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ABES, 2015.

SILVA; I., 2014 TRATAMENTO ALCALINO DE LODO DE ESGOTO E COMPOSTAGEM: IMPACTOS SOBRE OS TEORES DE METAIS PESADOS E OVOS DE HELMINTOS. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade,2, **Anais...** Congestas 2014.

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 setembro 2011.

SILVA, M. M. P; SOUZA. D. M; SILVA. P. A; JUSTINO, E.D; RIBEIRO, V. V. Influência de cobertura no desempenho do sistema de Tratamento descentralizado de resíduos sólidos orgânicos domiciliares implantado na zona urbana, em Campina Grande- PB. In XII Ítalo-brasileiro de Engenharia Sanitária Ambiental. **Anais**. Natal-RN: ABES. 19 a 21 de Maio de 2014.

SILVA, M. C, PINTO F, SILVA E A, PEREIRA M, QUENTAL L N, B et al. (2003). Compostagem em Portugal. Escola Superior de Biotecnologia, 23 jun.

Disponível em: <<http://www.esb.ucp.pt/compostagem>>. Acesso em: 4 abr. 2004.

SILVA, J. P.; MARZOCHI, M. C.; LEAL, E.C. Avaliação da contaminação experimental de areias de praias por enteroparasitas. Pesquisa de ovos de helmintos. **Caderno de Saúde Pública**. Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 90-99, Jan/Mar. 1991.

SIQUEIRA, M. M; MORAES, M. S. de. Saúde coletiva, resíduos sólidos urbanos e os catadores de lixo. **Ciênc. saúde coletiva**. Rio de Janeiro, v.14, n.6, dez. 2009.

SORRENTINO, M.; TRAJBER, R.; MENDONÇA, P.; FERRARO JR., L. A. Educação ambiental como política pública. **Revista Educação e Pesquisa**. v. 31, n.2. São Paulo-SP, p.285-299, mai/ago, 2005.

SOTILES, A. R., SILVA, L. D.; LOSS, E. M. S.; FERRI, E. A.V.; SARI, R. Determinação da Pureza de Sulfato de Cobre Recuperado das Aulas Práticas de Química. V. 10, n. 1. P a t o B r a n c o , 2 0 1 5.

STOLZ, P. V; VAZ, M. R. C. Compreensão dos separadores de Resíduos a cerca do seu Trabalho com o Meio Ambiente. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, Rio Grande do Sul, v. 22, jan/jul. 2009. P. 234- 246 2009. <http://www.remea.furg.br/>. Acesso em: 20/12/2009.

SUZUKI, J. A. N; GOMES, J. Consórcios intermunicipais para a destinação de RSU em aterros regionais: estudo prospectivo para os municípios no Estado do Paraná. **Eng. Sanit. Ambient.** Rio de Janeiro, v.14, n.2, p. , abr./jun. 2009.

TEIXEIRA, L. B; GERMANO, V. L.C; OLIVEIRA, R.F; FURLAN. JR.J. Processo de Compostagem a partir do Lixo Orgânico Urbano e Caroço de Açaí. **Circular Técnica**. Belém- PA, 2002. ISSN 1517, 211, p. Disponível em: <http://google.com.br/>. Acesso em: 10/08/2013.

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. Disponível em: <http://google.com.br/>. Acesso em: 10/06/2014.

THIOLLENT, M. Metodologia da pesquisa- ação. 16ª ed. São Paulo: Cortez, 2008.

VASCONCELOS, Y. **O Melhor do Lixo**. Pesquisa FAPESP, set: 78-81. 2003.

VASCONCELOS, R. F. V. PEREIRA, J. P. G. SILVA, M.M. P. Impactos Ambientais Negativos que Afetam o Açude Epitácio Pessoa de Acordo com a Percepção de Ribeirinhos, Boqueirão-Pb; Uma Contribuição Ao Delineamento De Estratégias em Educação Ambiental. In: XII Ítalo-brasileiro de Engenharia Sanitária Ambiental. **Anais...** Natal-RN: ABES. 19 a 21 de Maio de 2014.

WORLD HEALTH ORGANIZATION-WHO. **Integrated guide to sanitary parasitology**. Amman, Jordan: Regional Centre for Environmental Health Activities, 2004 , 110p.

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. Maio 2008.

9. APÊNDICES

Apêndice 01.Convite Seminário Gestão Integrada de Resíduos Sólidos: problemas e perspectivas, Campina Grande-PB, 2014.



CONVITE

Convidamos VOCÊ e sua FAMÍLIA para participar do Seminário **GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO BAIRRO DAS MALVINAS, CAMPINA GRANDE-PB** que acontecerá no dia 22 de março de 2014, às 16 horas, na Comunidade Jesus Libertador (Igreja Jesus Libertador).

Programação

16h00 – Abertura: Presidente da ARENSA (Associação de Catadores de Materiais Recicláveis da Comunidade Nossa Senhora Aparecida): Dalvanira de Melo Silva.

16h15 - Palestra: Gestão Integrada de Resíduos Sólidos: Prof. Monica Maria Pereira da Silva.

16h40 - Apresentação e discussão dos resultados referentes à Caracterização Gravimétrica (Adriana Veríssimo e Elaine Araujo).

17h00 - Apresentação e discussão dos resultados relativos ao acompanhamento do exercício profissional dos catadores de materiais recicláveis associados à ARENSA: Sandrelena Nunes Sabino.

17h20 - Apresentação e discussão sobre o Sistema de Compostagem: Cristiane Ribeiro.

17h30 - Encerramento com lanche.

Realização:



Apoio:

Comunidade Jesus Libertador

CNPq

Contamos com sua presença para juntos discutirmos medidas que possam reduzir e/ou eliminar os problemas relacionados aos Resíduos Sólidos.

Cuidar do meio ambiente é cuidar das coisas de Deus!

Apêndice 02. Folheto informativo sobre os resultados da caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos domiciliares visando, o processo de sensibilização, formação e mobilização para melhorias da coleta seletiva e implantação da compostagem.

Um Exemplo de preocupação com o meio ambiente e com o semelhante!

Sacola entregue por uma família com a identificação de resíduos sanitários!



Figura 5. Foto da forma de acondicionamento de resíduos sanitários realizada por uma família participante do projeto.

A coleta seletiva é um processo simples! Após separar os resíduos sanitários, a exemplo da Figura 5, podemos organizar os resíduos gerados na cozinha em dois recipientes (sacolas ou coletores):

Resíduos Orgânicos

Cascas de frutas e verduras

Resíduo de cozinha

Folhas

Cuidar do meio ambiente é cuidar das coisas de Deus!

Resíduos Recicláveis

Papel/papelão

Plástico

Metal

vidro

Não há mudanças sem participação!

REALIZAÇÃO



APOIO

Comunidade Jesus Libertador
CNPq

EQUIPE TÉCNICA

Docentes - UEPB

Profa. Dra. Mônica Mª Pereira da Silva/DB/CCBS/UEPB (Coord.)

Discentes - Ciências Biológicas - UEPB

Sandriana Nunes Sabino (Iniciação Científica)

Adriana Venâncio da Silva (Iniciação Científica e Estensão)

Elaine Cristina dos Santos Araújo (Iniciação Científica)

Isabel Soares (Iniciação Científica)

Cristiane Ribeiro do Nascimento (Mestrado/PPCTA/UEPB)

Martina Patrício Costa (Mestrado/PPCTA/UEPB)

Barbara Daniela Santos (Mestrado/PPCTA/UEPB)

Livia Poliana Santana Cavalcante (PPRN/UEPB)

Em abril de 2014 implantaremos o sistema de tratamento de resíduos orgânicos na Comunidade Jesus Libertador, contamos com a sua colaboração!

Deus seja Louvado!

uepb UEPB
CNPq
BRASIL

PROJETO

ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA VIABILIZAÇÃO DO EXERCÍCIO PROFISSIONAL E INCLUSÃO SOCIAL DE CIDADÃOS DE MATERIAIS RECIKLÁVEIS

CARACTERIZAÇÃO GRAVIMÉTRICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES GERADOS NAS RESIDÊNCIAS SITUADAS NO ENTORNO DA COMUNIDADE JESUS LIBERTADOR, BARRIO DAS MALVINAS, EM CAMPINA GRANDE - PB.



CAMPINA GRANDE - PB
MARÇO DE 2014

O QUE É A CARACTERIZAÇÃO?

A caracterização gravimétrica de resíduos sólidos domiciliares é um processo que permite identificar a quantidade de resíduos gerada pelos habitantes de uma determinada localidade, possibilitando conhecer o percentual de cada componente em relação ao total produzido e a partir desses dados delinear alternativas para a gestão desses resíduos, centrada no princípio da solidariedade social e ambiental.



Figura 1. Foto separação dos Resíduos e ambiental.

A Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos gerados nas ruas situadas no entorno da Comunidade Jesus Libertador ocorreu nos dias 15, 16 e 27 de fevereiro de 2014 através da pesagem e separação dos resíduos produzidos por 50 famílias que aderiram à coleta seletiva.

Esta etapa foi possível devido ao compromisso das famílias e dos líderes comunitários da Comunidade Jesus Libertador.



Figura 2. Foto da coleta dos resíduos realizada nas ruas da Comunidade Jesus Libertador.

RESULTADOS OBTIDOS

| Tipo | Coleta de resíduos sólidos domiciliares (kg) | | | | Média | Desvio-pá |
|--------------------|--|--------------|--------------|---------------|---------------|--------------|
| | 15 | 16 | 27 | Total | | |
| Plástico e papelão | 24,25 | 6,02 | 8,20 | 38,47 | 12,82 | 9,87 |
| Plástico | 15,1 | 3,38 | 3,65 | 22,13 | 7,38 | 3,62 |
| Metal | 4,50 | 1,20 | 1,45 | 7,15 | 2,38 | 2,05 |
| Vidro | 1,10 | 1,20 | 2,80 | 5,10 | 1,70 | 1,03 |
| Inflamáveis | 31,40 | 11,70 | 33,10 | 76,20 | 25,40 | 16,14 |
| Não Recicláveis | 30,90 | 25,35 | 10,15 | 66,40 | 22,13 | 7,92 |
| Total | 148,6 | 58,58 | 70,90 | 378,08 | 126,03 | 81,01 |

PERÍODO: MARÇO DE 2014

Tomando por base a caracterização gravimétrica, estimamos que cada família situada no entorno da Comunidade Jesus Libertador gera diariamente 3,50 kg de resíduos, e que a produção diária por habitante é de 0,97 kg.

Do total gerado apenas 16% correspondem a resíduos não recicláveis (lixo). Logo, 84% dos resíduos produzidos podem ser reaproveitados e/ou reciclados.

Infortunadamente, os resíduos produzidos por 70% das famílias localizadas no entorno da Comunidade Jesus Libertador ainda são depositados misturados. Apenas 30% que famílias realmente praticam a coleta seletiva.

Foram encontrados resíduos perigosos entre os materiais recicláveis, a exemplo de embalagem de inseticidas, pilhas e baterias.

Com a sua colaboração e da sua família, podemos apresentar e colocar em prática alternativas que permitam o aproveitamento dos resíduos e a diminuição de impactos negativos sobre o meio ambiente e sobre a saúde humana.

A separação do material de forma correta é fundamental para que tenhamos acesso ao tratamento dos coletores de materiais recicláveis, bem como, no tratamento dos resíduos orgânicos que iniciaremos em abril de 2014.



Figura 3. Foto de "Resíduos" em embalagens de contos anistais.

DE QUE MANEIRA AS FAMÍLIAS PODEM COLABORAR PARA A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES GERADOS NAS RESIDÊNCIAS SITUADAS NO ENTORNO DA COMUNIDADE JESUS LIBERTADOR, BARRIO DAS MALVINAS, EM CAMPINA GRANDE-PB?

Praticando a Coleta seletiva e a solidariedade com o meio ambiente e coletores de materiais recicláveis.

Após separar os resíduos, de acordo com o tipo e ao disponibilizar os recicláveis sacos aos coletores de materiais recicláveis, as famílias evitam que recursos naturais se transformem em lixo e praticam o princípio da solidariedade.



QUAIS SÃO OS BENEFÍCIOS DA COLETA SELETIVA?

- Evita diferentes formas de poluição e contaminação;
- Diminui o desperdício de recursos financeiros e a quantidade de resíduos encaminhados ao aterro sanitário ou lixão;
- Possibilita o tratamento dos resíduos orgânicos por meio da compostagem e a comercialização dos resíduos recicláveis secos, os quais retornam ao setor produtivo (indústria), na forma de matéria-prima, reduzindo a pressão sobre os recursos naturais;
- Contribui para a geração de emprego e renda para os coletores de materiais recicláveis;
- Reduz os riscos sobre a saúde ambiental e humana.

Apêndice 03. Convite e esclarecimentos para implantação da compostagem.



CONVITE

Contamos com VOCÊ e sua FAMÍLIA para contribuir com a COLETA DOS RESÍDUOS RECICLÁVEIS ORGÂNICOS PARA IMPLANTAÇÃO do Sistema de COMPOSTAGEM que será instalado na Comunidade Jesus Libertador, no bairro das Malvinas, Campina Grande - PB. Neste sistema os resíduos orgânicos serão tratados e transformados em adubo.

Por que separar e encaminhar os resíduos orgânicos para a compostagem?

Para favorecer o tratamento dos resíduos sólidos orgânicos, o qual possibilitará a higienização e transformação em adubo, reduzindo vários impactos negativos sobre a saúde ambiental e humana.

Quais são os resíduos orgânicos que podem ser encaminhados à Compostagem?

Sobras de frutas e verduras, resíduos de hortaliças; borra de café, cascas de ovos, guardanapos usados (sem resíduos de frituras), restos de comida (sem óleo e caldo) e folhas.



Imagem: Larissa Macena

Quais são os resíduos que não devem ser encaminhados à compostagem?

Carne, peixe, gordura e queijo, restos de frituras, fezes de animais domésticos e areia.

Deus seja louvado pelas mãos que se unem para cuidar da criação.

De que maneira você e sua família podem colaborar?

Separando os resíduos recicláveis orgânicos e disponibilizando-os as alunas integrantes do projeto nos dias destacados no calendário ao abaixo:

| Setembro de 2014: Dia 30. | | | | | | |
|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Dom | Seg | Ter | Qua | Qui | Sex | Sáb |
| | | | | | | |
| 28 | 29 | 30 | | | | |

| Outubro de 2014: Dias 02, 04, 07, 09, 11, 14, 16, 18, 21, 23 e 25. | | | | | | |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Dom | Seg | Ter | Qua | Qui | Sex | Sáb |
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |

Onde guardar os resíduos orgânicos?

Nas sacolas plásticas com logomarca do projeto entregues para armazenar os resíduos orgânicos.

Apêndice 04. Informativo sobre os resultados obtidos com tratamento dos resíduos sólidos orgânicos e atividades previstas para o ano de 2015.



INFORMATIVO

Agradecemos a **VOCÊ** e sua **FAMÍLIA** pela importante contribuição dada ao projeto Alternativas Tecnológicas para Viabilização do Exercício Profissional e Inclusão Social de Catadores de Materiais Recicláveis que vem sendo desenvolvido no bairro das Malvinas desde 2013.

A colaboração de todos tem sido determinante para as conquistas alcançadas pelo projeto. Aproveitamos também para desejar um ano novo de paz, saúde e realizações.

Quais foram as ações realizadas pelo projeto até o presente momento?

1. Cadastramento das famílias
2. Implantação da coleta seletiva em 13 ruas do entorno da comunidade Jesus Libertador;
3. Desenvolvimento de carrinhos coletores para facilitar o trabalho dos catadores de materiais recicláveis da ARENSA e melhorar a coleta seletiva no bairro;
4. Tratamento dos resíduos sólidos orgânicos o qual possibilitou a higienização e transformação em adubo higienizado;
5. Desenvolvimento de composteiras para tratamento de resíduos sólidos orgânicos.

A sua participação e de sua família possibilitou o alcance de vários impactos positivos, dentre os quais:

- ✓ Redução de riscos à saúde ambiental e humana.
- ✓ Emprego e renda aos catadores de materiais recicláveis associados à ARENSA.
- ✓ Melhoria da qualidade ambiental e de vida da população local.
- ✓ A Inclusão social e elevação da autoestima dos catadores de materiais recicláveis;
- ✓ Disposição adequada de resíduos sólidos e redução do material enviado ao lixo ou aterro sanitário.



Figura 1. Composteiras confeccionadas em concreto (A), composteiras confeccionadas em aço inoxidável (B), instaladas na UEPB para o tratamento dos resíduos orgânicos entregues pelas famílias participantes do projeto e processo de reviramento realizado semanalmente para aeração do substrato (C), Campina Grande, 2014

Fonte: Elaine Cristina de Araújo (2014).

Quais são as atividades previstas para serem realizadas pelo projeto no mês de março de 2015 e de que forma você e sua família podem ajudar?

voce e sua família podem ajudar participando das atividades que serão desenvolvidas pelo projeto nas datas destacadas no calendário abaixo:

Março de 2015: 14 e 28 Dias

| Dom | Seg | Ter | Qua | Qui | Sex | Sáb |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
| 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |
| 29 | 30 | 31 | | | | |

AJUDAR O PRÓXIMO É UMA DAS FORMAS DE CONTRIBUIR PARA A TRANSFORMAÇÃO DO MUNDO.

VÁ FIRME NA DIREÇÃO DA SUA META, PORQUE O PENSAMENTO CRIA, O DESEJO ATRAI E A FÉ REALIZA!!!

Deus seja louvado pelas mãos que se unem para cuidar da criação!

Dia: 28/03/15
Seminário para apresentação dos resultados da compostagem

Dia: 14/03/15
Entrega do adubo produzido em escala experimental na UEPB a partir dos resíduos orgânicos entregues pelas famílias participantes do projeto.

28/03/15
Entrega de coletores de materiais recicláveis externos e internos, visando obter otimização do processo de coleta seletiva local

Observação: caso queira descartar esse informativo descarte-o junto com os resíduos recicláveis.



Figura 2: Desenhos esquemáticos dos coletores de material reciclável interno (a) e externo (b e c) para execução da coleta seletiva, no bairro das Malvinas, Campina Grande-PB, 2015.

Apêndice 05. Metodologia para Análises de Sólidos Totais, Umidade e pH em Resíduos Sólidos Orgânicos e Composto Orgânico.

ANÁLISES DE PH (UNIDADE)

Coleta e composição das amostras

Coleta-se o resíduo de dez pontos diferentes, para formar uma amostra composta. A partir da amostra composta realiza-se o quarteamento para se obter a quantidade desejada (25 g).

1º passo

Corta-se o resíduo orgânico em pedaços pequenos e Pesa-se 25 g de resíduo orgânico para cada amostra;

2º passo

Mede-se 125 mL (5x 25) de água destilada em uma proveta;

3º passo

Separe-se 25g de resíduo para cada amostra, com auxílio de bastão e Becker e água destilada macera-se a amostra adicionando-se o restante dos 125 mL de água destilada. Com uma peneira pequena, realiza-se a filtragem das partículas de resíduos presentes na água e insere-se o eletrodo para fazer a medição do pH.

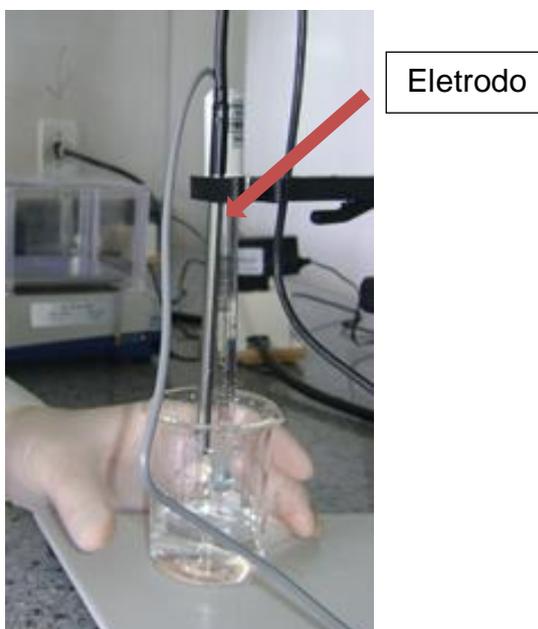


Figura 1: medição de pH com auxílio de eletrodo

4º passo

Após a medição do pH de cada amostras lave-se o eletrodo com água destilada.



Figura 2: lavagem do eletrodo após medição de pH

Análises de Umidade e Sólidos Totais em Resíduos Sólidos Orgânico.

A amostra deve ser previamente picada, manualmente com a utilização de facas e em pedaços pequenos para se garantir uma maior representatividade na amostra.

1º passo: secagem da amostra (cápsulas e mufla)

Os cadinhos devem ser calcinados em forno mufla, ainda vazios por 30 min a uma temperatura de 550° C para retirar a umidade. O aquecimento gradual da mufla deve ser feito com o cadinho, a partir da temperatura ambiente até a temperatura de trabalho.



Figura 3: forno mufla utilizado para calcinação das amostras

Após os 30 min a 550° C, retiram-se os cadinhos e coloca- os no dessecador acoplado a bomba para resfriar.



Figura 4: Dessecador utilizado no resfriamento das amostras

2º passo: resfriamento e primeira pesagem da amostra (Balança de precisão, cápsulas, pinças)

Após resfriar no dessecador, pesa-se o cadinho para obter o P₀ e identifica-se o cadinho correspondente a cada amostra com lápis grafite. Em seguida, pesa-se o cadinho vazio e anota-se o peso, com o cadinho sobre a balança, tara-se a mesma e pesa-se a amostra de resíduo orgânico de 25 g no cadinho correspondente.

3º passo: (estufa, cadinhos, pinças, dessecador e balança analítica)

Colocam-se as amostras pesadas na estufa a 105° C por 24h, após esse tempo retiram-se os cadinhos com o auxílio de pinças e leva-as para o dessecador para resfriar. Ao resfriar, pesam-se os cadinhos e leva-se novamente a estufa a temperatura de 105° C por 1 hora. Em seguida, retiram-se as amostras e espera-se resfriar no dessecador para pesar novamente e verificar se o peso estabilizou. A diferença entre peso inicial e o peso final, corresponde a umidade perdida (água evaporada). O peso final corresponderá ao total de sólidos totais.

Para obter-se a umidade e a quantidade de sólidos totais da amostra deve-se aplicar a seguinte fórmula:

$$U (\%) = ((P_0 - P_c) - (P_1 - P_c) / P_a) \times 100$$

Onde,

U(%)= percentual de umidade

P₀= peso inicial da amostra + peso do cadinho;

P_c= peso do cadinho;

P₁= peso da amostra após secagem

P_a= peso da amostra

Fórmula para calcular o valor dos Sólidos Totais

$$ST (\%) = (P_1 - P_c / P_a) \times 100$$

Onde,

P_c= peso do cadinho;

P₁= peso da amostra após secagem

P_a= peso da amostra

4º passo (mufla, cadinhos, dessecador, balança)

As amostras devem ser submetidas à temperatura de calcinação (550°C) por 2h. Em seguida resfriam-se, as amostras no dessecador e pesa-se. Colocam-se as amostras por mais uma hora a 550 °C repetindo-se o procedimento até obter a constância ponderal, ou seja, até o peso parar de variar. Após verificar que o peso não variou obtém-se então o P2. Esse último, quando aplicado na fórmula indicará o percentual de sólidos totais fixos da amostra.

Fórmula para calcular o valor dos sólidos fixos

$$SF(\%) = (P2 - P_c) \times 100$$

Onde,

P2= peso da amostra calcinada;

P_c= peso do cadinho

A diferença entre os sólidos totais e sólidos fixos corresponderá aos sólidos voláteis, esse representa o percentual de material orgânico a ser degradado na amostra.

Fórmula para calcular o valor dos sólidos voláteis

$$SV(\%) = (ST - SF) \times 100$$