



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAIBA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

ADRIANA VERÍSSIMO DA SILVA

VIABILIDADE DE SISTEMAS DE TRATAMENTO AERÓBIOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS
ORGÂNICOS INSTALADOS NA UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA / CAMPUS
I, CAMPINA GRANDE-PB.

CAMPINA GRANDE – PB

Outubro de 2016

ADRIANA VERÍSSIMO DA SILVA

VIABILIDADE DE SISTEMAS DE TRATAMENTO AERÓBIOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS
ORGÂNICOS INSTALADOS NA UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA / CAMPUS
I, CAMPINA GRANDE-PB.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Departamento de Ciências Biológicas da
Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, em
cumprimento à exigência para obtenção do
título de graduada em Licenciatura em Ciências
Biológicas.

ORIENTADORA

Prof^a. Dr^a. Monica Maria Pereira da Silva

CAMPINA GRANDE – PB

Outubro de 2016

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.

S586v Silva, Adriana Veríssimo da.
Viabilidade de sistemas de tratamento aeróbios de resíduos sólidos orgânicos instalados na Universidade Estadual da Paraíba / Campus I, Campina Grande-Pb [manuscrito] / Adriana Veríssimo da Silva. - 2016.
78 p. : il. color.

Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2016.
"Orientação: Profa. Dra. Monica Maria Pereira da Silva, Departamento de Ciências Biológicas".

1. Resíduos sólidos orgânicos. 2. Compostagem. 3. Educação ambiental. I. Título.

21. ed. CDD 372.357

ADRIANA VERÍSSIMO DA SILVA

VIABILIDADE DE SISTEMAS DE TRATAMENTO AERÓBIOS DE RESÍDUOS SÓLIDOS
ORGÂNICOS INSTALADOS NA UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA / CAMPUS
I, CAMPINA GRANDE-PB.

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, em cumprimento à exigência para obtenção do título de graduada em Licenciatura em Ciências Biológicas.

Aprovada em: 28 de outubro de 2016

BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Monica Maria Pereira da Silva – CCBS/DB/UEPB
Orientadora



Profa. Dra. Valeria Veras Ribeiro – CCBS/DB/UEPB
Examinadora



Prof. Dr. Delcio de Castro Felismino – CCBS/DB/UEPB
Examinador

DEDICATÓRIA

Primeiramente a Deus, por ter me dado um coração valente e sonhador. Pois com sua infinita bondade me fez conhecer pessoas especiais que me ajudaram a não desistir ao longo do meu caminhar... Ao meu pai (in memória), pois com ele aprendi a sonhar e a minha mãe com que aprendi a lutar. Dedico.

...

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e ao seu filho Jesus Cristo, em sua infinita bondade e misericórdia por ter me concedido forças, saúde e até aqui guiou meus passos, pois não escolhi a Biologia, a Biologia me escolheu. Quando cai me fez levantar e me mostrou com o exercício da fé, que é possível vencer as dificuldades, realizar sonhos e testemunhar milagres.

Ao meu querido e saudoso pai *Antonio Medeiros da Silva (in memória)*, através de suas palavras e seu jeito simples, me fez enxergar a grandeza que pode trazer a Educação na vida de alguém. A minha heroína e sábia mãe *Maria Salete Veríssimo de Melo*, por compartilhar dos momentos de esforços, noites em claros, dizendo esta perto, falta pouco...

Aos meus irmãos *Antonio Medeiros Junior* e *André Veríssimo* pelo apoio e incentivo de sempre.

Não posso deixar de reconhecer outras mulheres que as considero como mães, *Rosana C. Nascimento (Rose)*, minha segunda mãe, por chorar, e celebrar junto comigo as pequenas e grandes vitórias desde início da aprovação no meu ingresso acadêmico. A *Maria da Conceição dos Santos (Ceixa)*, essa flor de pessoa que me ajudou a reconhecer a força e a capacidade espiritual que advêm da vontade e do amor. A *Dona Josefa B. Simões (Dona Zefa)*, me emociono, ao lembrar por tantas vezes olhar para meu rosto cansado e como instrumento das mãos de Deus, me dizer palavras que foram como balsamo para minha alma. A *Maria do Carmo A. Constantino (Titia Carmem)*, por incontáveis noites ter me acolhido em seu lar, e por me fazer sentir como sua própria família. A *Marta Maria dos S. Araujo (Dona Marta)* e família por estender às mãos nos momentos que mais precisei, não apenas momentos difíceis, mas, sobretudo, nos momento de alegrias e de conquistas.

Aos amigos que parecem mais como anjos, parceiros de tantos momentos inesquecíveis, companheiros de trabalhos e sonhos *José Belarmino*, *Cristiane Ribeiro* e, especialmente a *Elaine Cristina* irmã na amizade e apoio essencial nas horas que mais precisei.

A alguém muito especial chamado *Nildson Vinícius*, pela amizade, companheirismo e apoio, que foram imprescindíveis para a realização desse sonho.

A *Iana Egle Gomes*, pelo incentivo e encorajamento dedicados, que me foi como uma bússola nessa tão importante etapa da minha vida.

A minha *orientadora Professora Doutora Monica* por acreditar em mim, e me dar à oportunidade de caminhar ao seu lado, por seu exemplo de força e resiliência singular, por me ajudar resgatar sonhos que nasceram na infância e, que os escombros das diversidades queriam sufocá-los, mas com sua ajuda foram superados, agradeço pelos ensinamentos e respeito que temos que ter a cada ser vivente, na imensa teia da vida.

Aos colegas do Grupo de Gestão em Educação Ambiental (GGEA), por acolherem com grande carinho, em especial aos que colaboram com esse estudo *Mariane Patrício, Sandra Helena e João Rafael*.

Agradeço a Associação de Catadores de Materiais Recicláveis da Comunidade Nossa Senhora Aparecida (ARENISA), por ter me proporcionado conhecimento e ensinamentos. Em especial a *Dalvanira* (Dona Dalva) atual presidente, através de seu exemplo de luta, força e alegria nos impulsionam em prol do reconhecimento e valorização dessa profissão tão importante para a sociedade.

Aos líderes comunitários da Paróquia Jesus Libertador, por dedicarem seu tempo na execução deste trabalho, e, sobretudo, as famílias cadastradas do bairro das Malvinas, sem vocês não seria possível desenvolver essa pesquisa.

A banca examinadora, Professora Dra. Valéria Vera Ribeiro e Professor Dr. Delcio de Castro Felismino, por aceitarem o convite, e por suas contribuições, que vieram a engrandecer este trabalho.

Ao CNPq por ter prestado apoio financeiro e científico essencial a realização deste trabalho.

A Universidade Estadual da Paraíba- UEPB, pela oportunidade de realização deste curso. A todos os professores, por seus ensinamentos que permitiram vislumbrar da minha janela, um horizonte de possibilidades.

Seguramente, não poderei elencar os nomes de todos aqueles e aquelas que de alguma forma, seja direta e indireta me ajudaram a viver esse momento de vitória e alegria, minhas sinceras desculpas, mas desde já, serei eternamente grata, meu muito obrigada.

“O mundo está nas mãos dos que têm a coragem de sonhar e de correr o risco de viver seus sonhos.”

Paulo Coelho

“No amor não existe medo, antes o amor lança fora todo o medo...”

1 João 4:18

RESUMO

A problemática dos resíduos sólidos configura-se atualmente como um dos tópicos mais preocupante e debatido da sociedade moderna, no sentido de buscar soluções que possam minimizar os impactos negativos ao meio ambiente, reduzir a exploração dos recursos naturais e, promover alternativas que favorecerá o alcance dos objetivos propostos pela gestão integrada de resíduos sólidos urbanos. Nesse viés, esse trabalho objetivou analisar a viabilização de sistemas de tratamento aeróbios de resíduos sólidos orgânicos domiciliares, folhas e de flores, instalados no Campus I – UEPB, em Campina Grande-PB. O presente trabalho foi realizado no período de fevereiro de 2014 a outubro de 2016. Os resíduos analisados foram coletados nas residências, cujas famílias praticam a coleta seletiva, no bairro Malvinas, submetidos à triagem, pesagem e análise física, química e sanitária. O experimento de compostagem consistiu de três subsistemas com três repetições, totalizando em nove composteiras móveis. Cada composteira comportou 30 kg de resíduos, sendo 80% de resíduos sólidos orgânicos domiciliares e 20% de estruturante (folhas, flores e rejeito orgânico). O reviramento manual ocorreu duas vezes por semana, mesmo dia em que foram coletadas amostras para as análises físicas e químicas. A realização e desenvolvimento do sistema de compostagem dos resíduos sólidos orgânicos domiciliares, em escala experimental, mostrou-se viável para o tratamento da parcela orgânica gerada, ao qual constitui cerca de 64% dos resíduos produzidos no bairro e, promoveu o envolvimento e participação da comunidade. O tratamento dos resíduos sólidos orgânicos constitui uma importante ferramenta ao possibilitar a formação de um composto higienizado e estabilizado para a aplicação em hortas e jardins. A aplicação do sistema de tratamento de resíduos sólidos orgânicos domiciliares estimulou a comunidade a sentir-se responsável pelos resíduos que geram, promovendo a mudança de percepção e de hábitos cotidianos, em prol da melhoria da qualidade ambiental.

Palavras-Chave: Resíduos sólidos orgânicos. Compostagem. Educação Ambiental.

ABSTRACT

The issue of solid waste currently appears as one of the most worrying and discussed of the modern society, in order to seek solutions that can minimize negative impacts on the environment, reduce the exploitation of natural resources, and promote alternatives that will promote the achievement the objectives proposed for the integrated management of municipal solid waste. In this bias, this study aimed to analyze the feasibility of aerobic treatment systems of household organic waste, leaves and flowers, installed on Campus I - UEPB in Campina Grande-PB. This study was conducted from February 2014 to October 2016. The waste analyzed were collected in homes whose families practice selective collection in the neighborhood Malvinas undergoing screening, weighing and physical analysis, chemical and health. The composting experiment consisted of three subsystems with three replications, totaling nine mobile composters. Each composter held 30 kg of waste, 80% of household organic waste and 20% of structuring (leaves, flowers and organic waste). The manual eversion occurred twice a week, the same day that the samples were collected for chemical and physical analyzes. The construction and development of the composting system of household organic waste on an experimental scale, proved to be feasible for the treatment of generated organic portion, which constitutes about 64% of the waste produced in the neighborhood and has promoted the involvement and participation of community. The treatment of organic solid waste is an important tool to enable the formation of a compound sanitized and stabilized for use in gardens and parks. The application of household organic waste treatment system encouraged the community to feel responsible for the waste they generate, promoting change in perception and daily habits, in order to improve environmental quality.

Keywords: Solid organic waste. Composting. Environmental education.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Localização das ruas (em azul) correspondentes as residências que participaram do processo de caracterização no entorno da Igreja Jesus Libertador no bairro das Malvinas, Campina Grande-PB, 2014. **38**
- Figura 2:** Logotipo desenvolvido para a gestão integrada de resíduos sólidos no bairro Malvinas, em Campina Grande – PB. **40**
- Figura 3:** Composteiras. Foto A: Composteiras confeccionada em concreto com configuração em quadrado (CCQ). Foto B: Composteiras confeccionadas em alumínio e aço inoxidável com configuração em retângulo (CAR). Foto C: composteiras confeccionada em concreto com configuração em retângulo (CCR). **41**
- Figura 4:** Valores médios de teor de umidade dos subsistemas de compostagem dos resíduos orgânicos gerados no bairro Malvinas, em Campina Grande – PB. **51**
- Figura 5:** Valores médios de potencial hidrogeniônico (pH) dos subsistemas de compostagem dos resíduos sólidos orgânicos gerados no bairro Malvinas, em Campina Grande-PB. **53**
- Figura 6:** Valores médios de sólidos totais voláteis (STV) dos subsistemas de compostagem dos resíduos sólidos orgânicos gerados no bairro Malvinas, em Campina Grande-PB. **54**
- Figura 7:** Valores médios da temperatura dos sistemas de compostagem dos resíduos sólidos orgânicos gerados no bairro Malvinas, em Campina Grande-PB. **55**

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1:** Resíduos sólidos domiciliares produzidos pelas famílias situadas em entorno da Paróquia Jesus Libertador, bairro Malvinas, Campina Grande – PB, 2014. **43**
- Tabela 2:** Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos gerados nas ruas situadas no entorno da comunidade Jesus Libertador, no bairro Malvinas, em Campina Grande – PB, 2014. **45**
- Tabela 3:** Valores médios referentes à composição química, física e sanitária de resíduos orgânicos, de flores e folhas em três amostras coletadas no bairro Malvinas, em Campina Grande – PB. 2014. **47**
- Tabela 4:** Caracterização física, química e sanitária do composto resultante de sistemas de tratamento aeróbios sólidos orgânicos domiciliares e de flores gerados nas ruas do entorno da Paróquia Jesus Libertador situada no bairro das Malvinas, em Campina Grande-PB. **58**

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Métodos e frequências de análises dos parâmetros físicos, químicos e biológicos que foram adotados nos sistemas de compostagem. **42**

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas e Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ARENSA	Associação de Catadores de Materiais Recicláveis da Comunidade Nossa Senhora Aparecida
CAR	Composteira de Alumínio Inox Retangular
CATAMAIS	Cooperativa de Catadores de Materiais Recicláveis de Campina Grande
CAVI	Associação Centro de Artes em Vidros
CBO	Classificação Brasileira de Ocupação
CCQ	Composteira de Concreto Quadrado
CCR	Composteira de Concreto Retangular
CF	Constituição Federal
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COTRAMARE	Cooperativa de Catadores de Materiais Reciclados
EPI's	Equipamentos de Proteção Individual
EXTRABES	Estação Experimental de Tratamentos Biológicos de Esgotos Sanitários
GGEA	Grupo de Extensão e Pesquisa em Gestão e Educação Ambiental
GIRES/ MALVINAS	Gestão Integrada de Resíduos Sólidos aplicado no Bairro Malvinas
INSA	Instituto Nacional do Semiárido
MEDICC	Modelo Dinâmico de Construção e Reconstrução do Conhecimento
NR	Norma Regulamentadora
ONG's	Organizações não Governamentais
pH	Potencial Hidrogeniônico

RFLO	Resíduos de Flores
RFOL	Resíduos de Folhas
RSOD	Resíduos Sólidos Orgânicos Domiciliares
SAB	Associação Amigos do Bairro
SAR	Subsistema de Alumínio Retangular
SCQ	Subsistema de Concreto Quadrada
SCR	Subsistema de Concreto Retangular
SESUMA	Secretaria de Serviços Urbanos e Meio Ambiente de Campina Grande
SITRADERO	Sistema de Tratamento Descentralizado de Resíduos Sólidos Orgânicos Domiciliares
STV	Sólidos Totais Voláteis
UNESCO	Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVOS	18
2.1	Geral	18
2.2	Específicos	18
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	19
4	MATERIAL E MÉTODOS	38
4.1	Caracterização da Pesquisa	38
4.2	Caracterização da área de estudo	38
4.3	Etapas e Instrumentos de Coleta de dados	39
4.4	Caracterização química, física e biológica de resíduos sólidos orgânicos domiciliares	40
4.5	Instalação e monitoramento dos sistemas de tratamento aeróbios de resíduos sólidos orgânicos domiciliares	41
4.6	Análise de dados	43
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
5.1	Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos produzidos pelas famílias que residem no entorno da Paróquia Jesus Libertador, Malvinas, Campina Grande-PB.	44
5.2	Caracterização química, física e sanitária de resíduos orgânicos domiciliares produzidos nas residências situadas no entorno da Paróquia Jesus Libertador, Malvinas, Campina Grande-PB.	47
5.3	Análise da viabilidade de sistemas de tratamento aeróbios de resíduos sólidos orgânicos domiciliares e de flores produzidos nas ruas situados no entorno da Paróquia Jesus Libertador e instalados no Campus I- UEPB.	51
5.3.1	Teor de umidade	52
5.3.2	Potencial Hidrogeniônico - pH	53
5.3.3	Sólidos totais voláteis - STV	55
5.3.4	Temperatura	56
5.4	Qualidade do composto resultante de sistemas de tratamento aeróbios sólidos orgânicos domiciliares e de flores gerados nas ruas do entorno da Paróquia Jesus Libertador situada no bairro das Malvinas, em Campina Grande-PB.	58
6	CONCLUSÃO	61
	REFERÊNCIAS	62

1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos o meio ambiente vem sofrendo as mais diversas ações exercidas pelo ser humano, especialmente em relação ao desenvolvimento de padrões e modo de vida, que culminam em um modelo economicamente insustentável da sociedade moderna. Conforme Silva *et al.* (2010) esse modelo está diretamente relacionado à cultura, ao nível social, ao poder aquisitivo, dentre outros aspectos que envolvem o consumo excessivo.

Para Silva e Leite (2008), comumente o ser humano age de forma a separar o meio ambiente natural do construído, agindo como se não fizesse parte do meio ambiente. No entanto, é imprescindível ter a visão do meio ambiente como um todo, bem como, a sua associação. Faggionato (2005) esclarece que a maneira como entendemos o meio ambiente tem papel determinante nas práticas exercidas por cada indivíduo no meio em que o cerca. Dessas ações, resultarão impactos ao meio ambiente, seja de ordem positiva ou negativa.

Diante do cenário ambiental, verifica-se que o uso abusivo e indiscriminado dos recursos ambientais vem acarretando impactos negativos, por alterar o controle e equilíbrio dos ecossistemas. Segundo a resolução nº 01/86 do CONAMA (BRASIL, 1986), entende-se como impacto ambiental qualquer alteração ao meio ambiente de ordem física, química e biológica, provenientes das atividades humanas.

Estes impactos negativos acarretam diversas consequências, veiculadas diariamente pela mídia, a exemplo das enchentes, derramamento de petróleo, rompimento de barragens de rejeitos, aumento da temperatura global, e tantos outros fatos preocupantes.

Diante de tais situações que se agravam a cada dia, há necessidade de buscar soluções, no mínimo mitigadoras. A Educação Ambiental apresenta-se como uma ferramenta capaz de promover transformações em nossos dias, visto que atua na sensibilização dos seres humanos, podendo ser aplicada nas diferentes faixas etárias e classes sociais (SILVA; LEITE, 2008).

Dentre os problemas que afetam o meio ambiente, destaca-se a falta de gestão de resíduos sólidos. Segundo Schalch *et al.* (2002) o manejo impróprio de resíduos sólidos, independente da sua origem, proporciona desperdícios, ameaça a saúde pública e aumenta a degradação ambiental, comprometendo, a qualidade de vida das populações.

A Educação Ambiental constitui um dos instrumentos da gestão ambiental, pois associada à gestão de resíduos sólidos remete-se a desempenhar mudanças de atitudes, de aspecto qualitativo

e contínuo ancorado em um processo educacional crítico e contextualizado (PENELUC; SILVA, 2008).

A Gestão Integrada de Resíduos Sólidos encontra-se como uma das maneiras para redução dos impactos socioambientais de ordem negativa, pois trata da administração das práticas e recursos ambientais, caracterizado pela observância aos princípios ecológicos, objetivando a preservação e/ou conservação do meio ambiente (SILVA, 2009), por conseguinte, da sustentabilidade nas suas diferentes dimensões.

Nesse contexto, o Projeto de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos aplicado no Bairro Malvinas, em Campina Grande-PB (GIRES Malvinas), elaborado por Silva (2010) desvelou-se como importante ferramenta para mitigação dos impactos socioambientais negativos decorrentes da produção e destinação inapropriados dos resíduos sólidos orgânicos gerados no bairro. Este projeto inicialmente teve como o objetivo a formação de agentes multiplicadores em Educação Ambiental oferecida a 26% dos líderes da Comunidade Eclesial de Base Jesus Libertador, situada no Bairro Malvinas, seguindo-se da implantação coleta seletiva e inserção dos catadores de materiais recicláveis organizados em associação.

A partir dos trabalhos de Bispo (2013) e Bispo, Sabino e Silva (2013) a formação em Educação Ambiental alicerçada em metodologia crítica e dinâmica, com atividades práticas permitiram a contextualização dos conteúdos construídos em sala de aula, e os líderes comunitários compreenderam as condições de trabalho que estavam submetidos os catadores de materiais recicláveis, tornando-se inquietos e desejosos em contribuir para reverter o cenário.

Conforme Costa (2014) a implantação de projeto voltado para a Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, propiciou a adesão de 283 residências à coleta seletiva, através da qual os resíduos recicláveis secos foram encaminhados à ARENSA (Associação de Catadores de Materiais Recicláveis da Comunidade Nossa Senhora Aparecida), os resíduos recicláveis molhados foram repassados à compostagem durante o período de realização do trabalho em relato. Sendo encaminhados à coleta municipal apenas os resíduos não recicláveis (lixo ou rejeito).

Segundo Cavalcante *et al.* (2012), os catadores de materiais recicláveis propiciam a reciclagem dos resíduos sólidos, possibilitam a redução e a pressão exercida sobre os recursos naturais, e evitam que esses materiais sejam levados até os aterros sanitários. Entretanto, para que

seja propícia a reutilização ou reciclagem é primordial a participação da população, no intuito de realizar a separação e destinação corretas dos mesmos.

Conforme Oliveira *et al.* (2010), a cidade de Campina Grande apresenta a média de produção diária de 0,5 kg/hab de resíduos sólidos, desta, 80% equivalem a resíduos orgânicos. Este é um dado preocupante, pois a destinação inadequada desses resíduos pode representar potencial em fonte de contaminação ambiental e humana.

Para Silva (2008) e Reque (2013) o resíduo orgânico pode ser transformado em adubo orgânico através da compostagem, cujo composto sanitizado apresenta diversas características agronômicas úteis, e desta forma, impedindo a sua disposição final em aterros sanitários.

Mediante ao cenário exposto algumas indagações impulsionaram a elaboração deste trabalho: Quais são as estratégias norteadoras para a implantação de sistema de tratamento descentralizado de resíduos sólidos orgânicos (SITRADERO Móvel)? É viável a implantação de sistemas de tratamento aeróbios de resíduos sólidos orgânicos domiciliares gerados em residências situadas no entorno da Comunidade Eclesial de Base Jesus Libertador, e resíduos de flores produzidos? E o composto final será de qualidade, higienizado e sanitizado?

Estes questionamentos fundamentaram a hipótese da viabilidade da implantação de sistemas de tratamento aeróbios de resíduos sólidos orgânicos domiciliares gerados em residências situadas no entorno da Comunidade Eclesial de Base Jesus Libertador.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Analisar a viabilidade de sistemas de tratamento aeróbios de resíduos sólidos orgânicos domiciliares e de flores instalados no Campus I- UEPB, em Campina Grande-PB.

2.2. Específicos

- Realizar a caracterização química e física dos resíduos orgânicos domiciliares gerados na comunidade escolhida para implantação do sistema;
- Analisar a qualidade do composto resultante de sistemas de tratamento aeróbios sólidos orgânicos domiciliares e de flores instalados no Campus I- UEPB.
- Avaliar a incidência de ovos de helmintos nos resíduos orgânicos.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 A problemática dos resíduos sólidos

Ao longo dos anos, o meio ambiente vem sofrendo grandes modificações. De maneira intensa e intimamente relacionada ao desenvolvimento humano, destaca-se o uso excessivo dos recursos naturais, não respeitando os princípios da termodinâmica e a finitude dos mesmos, o que provoca impactos negativos que se potencializam com o avanço tecnológico e econômico (JUSTINO *et al.*, 2012a; MAIA, 2013).

Entende-se que a percepção distorcida de que os recursos naturais são infindáveis e o desconhecimento da capacidade suporte dos mesmos, gera a cultura do desperdício e a transformação dos recursos naturais em lixo (OLIVEIRA, 2003; SILVA, 2008; FARIAS, 2013).

Conforme dados da Secretaria de Serviços Urbanos e Meio Ambiente de Campina Grande (SESUMA, 2014), no ano de 2013, a média de coleta diária de resíduos urbanos em Campina Grande foi de 580,29 toneladas. Deste total, 39,6% corresponderam a resíduos sólidos domiciliares (226,63 toneladas). Todavia, a maior parte dos resíduos sólidos domiciliares tem potencial para ser reutilizada ou reciclada. Porém, esta conduta não se efetiva, refletindo-se em impactos socioambientais negativos (SILVA *et al.* 2011b). Salienta-se que quando não recebem destino correto, os resíduos acumulam-se pelas ruas e terrenos a céu aberto, ocasionando problemas à saúde da população, geração de odores desagradáveis e entupimento de córregos e vias (MAIA, 2013).

A despreocupação com a problemática ambiental, segundo Silva *et al.* (2012b), é um dos principais motivos que acarretam a falta de gestão de resíduos sólidos, sobretudo, a forma de acondicionamento e/ou destinação inapropriada desses resíduos que corroboram para a geração de vários impactos negativos ao ambiente. A cultura do desperdício e a utilização inadequada dos recursos naturais em lixo advêm da percepção que se tem sobre os recursos naturais, bem como ao desconhecimento da capacidade de suporte dos sistemas naturais conforme citam Oliveira e Silva (2007).

No contexto mundial e brasileiro, o cenário ambiental está cheio de problemas que representam a realidade lastimável, em que passa o nosso planeta, ações como queimadas, desmatamentos, ampliação das lavouras e pastagens sobre as florestas nativas, o despejo de esgotos não tratados nos rios (MAIA, 2013), demonstram a percepção distorcida do ambiente

pela maioria da sociedade. De acordo com Odum e Barret (2007), “quando a capacidade de suporte de um sistema é ultrapassada e a entropia excede os níveis de possibilidade de dispersão, o sistema tende a entrar em colapso e as possibilidades de alcançar a sustentabilidade são perdidas”.

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei nº 12.305/10 (BRASIL, 2010), resíduos sólidos são materiais, substâncias objetos ou bens descartados, resultantes de atividades humanas em sociedade, cuja destinação final se procede nos estados sólidos ou semissólido.

Comumente, verifica-se a falta de gestão para os resíduos sólidos e, por conseguinte, são desencadeados diversos impactos negativos ao meio ambiente. Partindo do ponto de vista ambiental, os resíduos podem ocasionar contaminação do ar; em que os gases emitidos na atmosfera contribuem para o aumento do efeito estufa e do buraco da camada de ozônio, a degradação do solo, e corpos de água (mares, açudes, lagos, rios, riachos, mangues e lençóis d`água) provocados pela percolação do chorume, proveniente do processo de decomposição anaeróbia em lixões e aterros sanitários (BESEN *et al.*, 2010; GOUVEIA, 2012; SILVA, 2014).

A falta de gestão dos resíduos sólidos domiciliares, além de provocar os problemas mencionados pode acarretar outros de ordem sanitária, pois independentemente de sua origem, apresenta contaminação microbiana, tais como, *Coliformes termotolerantes*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Staphilococcus*, evidenciando a má qualidade desse tipo de resíduo (CAVALCANTE *et al.*, 2009).

Em relação aos problemas sociais, pesquisa realizada por Cavalcante *et al.* (2009), mostram que os agentes biológicos podem causar a transmissão de forma direta e indireta de doenças, bem como, por dermatites. Comprometendo a saúde dos trabalhadores da catação de materiais recicláveis, que submetidos a condições insalubres, correm sérios riscos de adquirir doenças em busca de seu sustento diário. Isto é ainda mais agravante quando estes recebem os resíduos sólidos recicláveis misturados e quando não fazem uso de Equipamentos de Proteção Individual – EPIs.

Constata-se ainda, que os riscos de contaminação acentuam-se quando a disposição dos resíduos sólidos recicláveis é misturada aos recicláveis molhados (orgânicos) e aos resíduos não recicláveis, destacando-se os sanitários e /ou de serviços de saúde produzidos em residências, como por exemplo, seringas usadas para autoaplicação de insulina, conforme evidenciaram as pesquisas realizadas por Silva *et al.* (2014), no município de Campina Grande-PB.

No ponto de vista econômico, a falta de gestão de resíduos sólidos implica na ausência de reintegração de materiais reutilizáveis ou recicláveis na cadeia produtiva, que proporcionaria aumento na economia e geração de emprego e renda aos catadores de materiais recicláveis (MENDOZA *et al.*, 2010). O adubo orgânico proveniente dos resíduos orgânicos através da compostagem é bom não apenas para o solo e plantas, como também para o ser humano, pois se encontra dentro das características sanitárias e agrônômicas, e reflete consideravelmente na economia de recursos financeiros (SILVA, 2014).

No cenário contemporâneo, observa-se uma sociedade demasiadamente consumista e que se habituou ao uso do descartável, o que vem propiciando elevada produção de rejeitos, denominado de lixo, antes da Lei 12.305/2010. Segundo Almeida *et al.* (2009) a espécie humana vem colaborando drasticamente para elevação da entropia nos sistemas naturais e sociais, contribuindo para a crise ambiental e social.

No entendimento de Rathi (2007), o descarte e a grande quantidade de resíduos sólidos de forma inadequada no meio ambiente, é um problema de grande proporção, pois o consumo dos recursos naturais é cada vez crescente, sendo superior a capacidade de regeneração dos ecossistemas. Apesar de ser inevitável a produção de resíduos, é possível, gerenciá-los, e desta forma, reduzir e/ou impedir os impactos negativos.

Na atualidade, observa-se a divulgação por parte da mídia do aumento dos resíduos produzidos pelos seres humanos, frequentemente, mencionando-os como lixo, vem despertando atenção da população para essa temática, por outro lado, é visto que a mídia propicia propagandas de produtos que facilitam as tarefas do cotidiano dos consumidores, mas acarretam problemas ao meio ambiente, principalmente, devido ao descarte precoce e inadequado. Evidenciando-se dois lados dos interesses midiáticos: de um lado a tentativa de sensibilização, e por outro, mira aguçar o consumismo, gerando certa confusão na população (COSTA *et al.*, 2004).

Conforme Silva (2011a), a maior parte dos resíduos sólidos domiciliares produzida no Brasil tem potencial para reutilização ou reciclagem mediante a coleta seletiva, porém, esta conduta não é posta em prática, ocasionando inconformidade na disposição final destes resíduos.

Frequentemente, a produção de resíduos sólidos domiciliares está vinculada à geração de resíduos sólidos orgânicos, cujo destino, comumente é negligenciado, porque a maioria da população detém a percepção de que este tipo de resíduo não causa danos ao meio ambiente. No entanto, a sua composição requer seleção na fonte geradora e tratamento apropriado.

Neste contexto, a compostagem apresenta-se como uma alternativa viável e de baixo custo (COSTA *et al.*, 2009) para o tratamento dos resíduos sólidos orgânicos, sobretudo, por favorecer o controle da poluição e contaminação ambiental, a redução de problemas de saúde pública, a proteção, preservação e/ou conservação dos recursos naturais e melhoria das condições de trabalho para os profissionais da catação (BÜTTENBENDER, 2004).

Observando a gestão integrada dos resíduos sólidos, percebe-se que tecnologias eficientes no tratamento dos resíduos sólidos orgânicos são imprescindíveis, uma vez que podem representar fonte de contaminação com agentes patógenos, pois, segundo Fonseca *et al.* (2010), os ovos de helmintos uma vez presentes no ambiente e/ou em alimentos, não são eliminados com facilidade por lavagens, podendo sobreviver por até uma década no meio ambiente.

Diante da crise ambiental é necessário refletir sobre a importância, da gestão integrada dos resíduos sólidos, no intuito de mitigar os impactos negativos sobre o meio ambiente.

3.2 Gestão integrada de resíduos sólidos

A gestão integrada de resíduos sólidos vai além de um projeto, deve ser compreendida como um processo que envolve os resíduos sólidos e suas diversas implicações. Conforme a Lei 12.305/2010 (BRASIL, 2010) que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, prescrevendo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, em seu artigo 3º inciso XI, gestão de resíduos sólidos compreende um conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, considerando-se as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, sob a premissa do desenvolvimento sustentável. Entre as ações destacam-se segundo Roviriego (2005) as ações normativas, financeiras, operacionais e de planejamento, que devem ponderar os critérios ambientais, sanitários e econômicos para coletar, tratar e dispor dos resíduos.

De acordo com Gadelha *et al.* (2008), essas ações caracterizam-se sob formas de controle, produção, coleta, reutilização, reciclagem, armazenamento, tratamento, compostagem, aterros sanitários, transporte, destinação final dos materiais coletados, levando em consideração os princípios da sensibilização e mobilização da Educação Ambiental, direcionada à preservação da saúde pública, econômica, ciências, e conservação dos recursos.

Conforme Silva *et al.* (2012a), a gestão integrada de resíduos sólidos associado ao trabalho de sensibilização e políticas públicas, estabelecidos à redução, reutilização, reciclagem e tratamento adequados destes resíduos, apresenta-se como importante fator para redução dos

impactos negativos sobre o meio ambiente. Nesse aspecto corrobora para a diminuição da produção nas fontes geradora, promovendo a participação e cooperação de todos os representantes da sociedade, incluindo o governo, ONG's (Organizações não Governamentais), setor formal e informal, setor privado, comunidade e catadores de materiais recicláveis, enfim, todos os produtores e responsáveis pelos resíduos.

Os objetivos da gestão para Zanta e Ferreira (2003), estão alicerçados sobre o manejo ambientalmente correto dos resíduos sólidos urbanos, fornecimento de emprego e renda, e atribuir envolvimento da sociedade. A gestão integrada dos resíduos sólidos consiste de mudanças e alterações, além de inserir a redução da produção nas fontes geradoras, modificando o padrão de consumo, a coleta seletiva com a participação de catadores de materiais recicláveis. Como também o acondicionamento deve ser realizado de acordo com as características de cada resíduo, propiciando a coleta antes de sua destinação final.

Na Lei n. 12.305, de 02 de agosto de 2010 para Política Nacional de Resíduos Sólidos, estabelece em seu artigo 6º os seguintes princípios:

- I - a prevenção e a precaução;
- II - o poluidor-pagador e o protetor-recebedor;
- III - a visão sistêmica, na gestão dos resíduos sólidos, que considere as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública;
- IV - o desenvolvimento sustentável;
- V - a ecoeficiência, mediante a compatibilização entre o fornecimento, a preços competitivos, de bens e serviços qualificados que satisfaçam as necessidades humanas e tragam qualidade de vida e a redução do impacto ambiental e do consumo de recursos naturais a um nível, no mínimo, equivalente à capacidade de sustentação estimada do planeta;
- VI - a cooperação entre as diferentes esferas do poder público, o setor empresarial e demais segmentos da sociedade;
- VII - a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;
- VIII - o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania;
- IX - o respeito às diversidades locais e regionais;
- X - o direito da sociedade à informação e ao controle social;
- XI - a razoabilidade e a proporcionalidade.

(BRASIL, 2010)

Dentre os princípios estabelecidos pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, destaca-se a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos que segundo Freitas (2010) deve ser instituída de forma individualizada e encadeada, integrando os fabricantes, distribuidores, comerciantes, consumidores e os serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos. Desse modo, a lei expressa que todos que colocam produtos no mercado deveriam assumir a responsabilidade solidária pela recuperação e pela correta disposição final dos

produtos. Nesse viés, a expectativa da nova Política Nacional de Resíduos Sólidos demonstra a importância do reconhecimento por parte da sociedade, do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho, renda e promotor de cidadania (BRASIL, 2010).

Em face à Política Nacional de Resíduos Sólidos, considerando os objetivos consagrados na Lei 12.305/2010, (BRASIL, 2010) discerne a “proteção da saúde pública e da qualidade ambiental; redução, reutilização, reciclagem e tratamento; estímulo à adoção de padrões sustentáveis [...] incentivo à indústria da reciclagem [...]”. Estabelece ainda, o reaproveitamento e tratamentos que implicam em medidas corretivas que possam valorizar os resíduos, diminuir a poluição e o uso de recursos naturais, conforme prescreviam os autores Klunder *et al.* (2001) e Adedipe *et al.* (2005).

A quantidade de resíduos sólidos diariamente produzida no país atinge a média de 183.488 toneladas, deste total, 2.801 toneladas são produzidas no estado da Paraíba (BRASIL, 2010). Conforme o Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2014), o tratamento dos resíduos sólidos, inicia-se na fonte geradora com a segregação dos materiais, que posteriormente, serão coletados pelo poder público ou por catadores de materiais recicláveis, ou ainda, entregues às cooperativas ou associações de catadores de materiais recicláveis. Após a coleta, esses materiais são separados por triagem, em papel, plástico, metal, entre outros, sendo organizados, enfardados, e vendidos para serem reciclados, e desta forma, torna-se outro produto ou insumo, na cadeia produtiva.

Acerca da coleta seletiva é de suma importância a participação dos catadores de materiais recicláveis para a destinação e/ou encaminhamento correto dos resíduos sólidos. As contribuições ambientais e econômicas que estes profissionais promovem são indiscutíveis, conforme trabalham por seu sustento e lutam contra a exclusão social, promovem segundo Silva *et al.* (2012a), coleta da maior parte dos resíduos destinada à reciclagem.

De acordo com Alexandrino *et al.* (2009), a contribuição destes profissionais para a recuperação de materiais descartados, na maioria das vezes de forma impensada pelas pessoas é bastante relevante. Monteiro *et al.* (2001) afirmam que a coleta seletiva desenvolvida pelos municípios em parceria com os catadores de materiais recicláveis, favorece a geração de emprego e renda, possibilitando o fortalecimento da cidadania destes profissionais e correta disposição final dos resíduos coletados separadamente.

Com a finalidade de indicar soluções para a problemática de resíduos sólidos que envolvia o bairro de Santa Rosa, na cidade de Campina Grande – PB ocorreu à implantação da gestão integrada de resíduos sólidos (GIRES/Santa Rosa). Que consistiu inicialmente no processo de sensibilização, formação e mobilização junto aos líderes comunitários das famílias e catadores de materiais recicláveis deste bairro, que propiciou estratégias: no primeiro momento, contato com os líderes comunitários (Sociedade de Amigos de Bairro de Santa Rosa – SAB, Clube de Mães, Agentes Ambientais e Pro jovem); seguiu-se com visitas aos diferentes segmentos sociais; exposição do projeto aos líderes comunitários; agendamento de encontros e reuniões; seminário discutindo a implantação da coleta seletiva no referido bairro; contato com os catadores de materiais recicláveis formais; atingindo no momento de sensibilização e mobilização dos catadores de materiais recicláveis e das famílias para a implantação da coleta SAB (SOUZA, 2011).

Considerando o processo de sensibilização, formação e mobilização aplicado a partir do Modelo Dinâmico de Construção e Reconstrução do Conhecimento - MEDICC, indicado por Silva; Leite (2008), o referido modelo, propõe a construção e reconstrução do conhecimento de maneira lúdica, dinâmica, participativa, criativa e, crítica, reconhecendo os conhecimentos prévios dos atores, da cultura e da realidade, na intencionalidade de promover harmonia e troca de saberes entre os atores envolvidos. Possibilitando a participação de 41 residências próximas à Associação Amigos do Bairro (SAB) na coletiva seletiva, propiciando o correto acondicionamento dos resíduos sólidos e, a destinação dos materiais recicláveis secos para os catadores de materiais recicláveis, sendo recolhidos pelo serviço municipal de limpeza apenas o resíduo não reciclável, anteriormente denominado de (lixo) (SILVA; LEITE 2008; SILVA *et al.*, 2011b).

Paralelo aos trabalhos executados no bairro Santa Rosa, em Campina Grande/PB, cumpre destacar a pesquisa realizada por Maia (2013), que constatou a média de material reciclável coletada no bairro de 104,3 kg por semana. Verifica-se também, que levando em conta que cada família daquele bairro apresentava a média de quatro pessoas, semanalmente cada residência contribuía com 2,5 kg de resíduos sólidos recicláveis secos, ou seja, 0,6 kg por pessoa. Nesse escopo, 417,2 kg por semana deixaram de ser encaminhados ao aterro sanitário situado na época em Puxinanã e, atendendo a normativa proposta pela Lei 12.305/2010 que aponta para a correta destinação final dos materiais recicláveis.

Em pesquisa realizada por Souza (2015) verificou-se a importância dos profissionais da catação, e os desafios enfrentados por eles para conseguir atingir os objetivos da gestão integrada dos resíduos sólidos; especialmente em Campina Grande – PB.

Atualmente em Campina Grande-PB existem quatro organizações de catadores de materiais recicláveis, sendo duas associações: Associação de Catadores de Materiais Recicláveis da Comunidade Nossa Senhora Aparecida (ARENSA), Associação Centro de Artes em Vidros (CAVI) e outras duas do tipo cooperativas: Cooperativa de Catadores de Materiais Recicláveis de Campina Grande (CATAMAIS), e Cooperativa de Catadores de Materiais Reciclados (COTRAMARE). Segundo Souza (2015), a maioria dos catadores de materiais recicláveis não possui ensino fundamental completo (80%), apresentando dificuldades na leitura e interpretação de textos. Contudo, entre os associados da ARENSA, a autora verificou maior capacidade de compreender e intervir nos acontecimentos do dia a dia do que os cooperados. Essa diferença ressalta a importância da Educação Ambiental que possibilita o indivíduo ser livre e hábil a lutar pelos seus direitos, pois o baixo nível escolar, ausência de cursos de qualificação, torna-se fatores limitantes ao exercício da cidadania, pois não conhecendo seus direitos, como podem lutar por melhorias em sua categoria? Retratando de modo negativo para o progresso dessas organizações de catadores de materiais recicláveis, que tanto contribuem a efetivação da coleta seletiva, como anunciou Souza (2015) a partir de pesquisa realizada.

Ainda de acordo com Souza (2015), especificamente, no que se refere à renda mensal, estes profissionais apresentam média de R\$ 475,00 entre os associados e a média de R\$340,00 dentre os cooperados. Uma vez, que os catadores de materiais recicláveis associados recebem uma renda maior em relação aos cooperados, ainda a renda mensal obtida é inferior ao salário mínimo vigente no Brasil, como mencionam Ribeiro *et al.* (2011) e Souza (2015).

Nesta ótica, pode-se ressaltar que estes trabalhadores se constituem agentes essenciais na cadeia produtiva da reciclagem e, exercem uma atividade que colabora para o êxito da gestão de resíduos sólidos (SANCHEZ, 2003), embora, ainda não tem condições de digna de trabalho e de sustento para suas famílias.

Estão inseridos na uniformização profissional pela Classificação Brasileira de Ocupação (CBO, 2010), no entanto, segundo Medeiros (2006), a realidade destes trabalhadores expressa uma atividade precária, tanto no que tange ser realizada na informalidade, renda instável, quanto pelas condições de trabalho instáveis. Desse modo, divergindo do que dispõe a Constituição

Federal do Brasil (BRASIL, 1988), que estabelece o direito a condições de vida digna, cidadania e valorização social.

O exercício profissional dos catadores de materiais recicláveis propiciando a coleta seletiva estabelece plena conformidade no que diz aos princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), no tocante à prevenção, precaução e ao desenvolvimento sustentável, objetivando desta forma, minimizar impactos ambientais negativos.

Não obstante, esse segmento de profissionais na rotina diária de trabalho ainda enfrenta diversos desafios, retrata-se em uma longa e exaustiva jornada ocupacional, desenvolvida com excesso de peso; submetidos a riscos biológicos, ergonômicos e acidentais, decorrente a falta de sinalizadores e transporte de materiais pesados impostos cotidianamente (CASTILHOS *et al.*, 2013; MAIA, 2013; CAVALCANTE *et al.*, 2014). Os profissionais da catação ainda enfrentam obstáculos em prol a melhorias da produtividade das associações, principalmente no que se refere a conhecimento em alternativas tecnológicas e, que por sua vez, permitiria maior produtividade, redução de esforço físico e riscos ocupacionais (CAVALCANTE NETO *et al.*, 2007; SILVA *et al.*, 2012a).

Na atualidade, verifica-se que a maioria dos catadores de materiais recicláveis no processo de transporte e acondicionamento dos resíduos sólidos faz uso de carrinhos confeccionados oriundos de carcaça de geladeira, movidos a força humana e carroça de madeira movida a tração animal (RIBEIRO *et al.*, 2011). Que não promove condições adequadas de trabalho, uma vez que são confeccionados de maneira improvisada (MAIA, 2013).

Nesse contexto, segundo Maia (2013), observa-se durante o processo de coleta e triagem dos resíduos sólidos secos, desenvolvida pelos catadores de materiais recicláveis, ausência de utilização dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI's), podendo acarretar incidência de impactos negativos sobre a saúde dos mesmos. Com efeito, a Norma Regulamentadora (NR) nº 6 do Ministério do Trabalho e Emprego, constitui EPI todo dispositivo ou produto, de uso individual, designado à proteção de riscos passíveis de ameaçar a segurança e a saúde do trabalhador (BRASIL, 2001). Desta maneira, a inexistência dos EPI's favorece a exposição a diversos riscos, como a transmissão de doenças infectocontagiosas, contato com objetos cortantes e, com animais peçonhentos (MAIA, 2013).

Nessa linha de pensamento evidencia-se a importância da atuação dos catadores de materiais recicláveis na coleta seletiva e no suprimento do mercado de material reciclável (PORTO *et al.*, 2004).

Os autores Jacobi (2003), Loureiro *et al.* (2009) e Silva (2012) apontam para o reconhecimento do cenário que estão inseridos estes profissionais da catação e, demonstram a necessidade de um processo educativo direcionado para cidadania, tendo em vista, a inserção destes trabalhadores em debates políticos e no processo de gestão integrada de resíduos sólidos, autonomia dos catadores de materiais recicláveis, estimular e sensibilizar a sociedade, para novos padrões de conduta e atitudes que se destina a melhoria da qualidade de vida.

A problemática relativa aos resíduos sólidos, segundo Silva (2008), acentua-se quando é considerada a parcela orgânica, pois em pesquisas feitas em municípios paraibanos, a autora constatou que prevalecem entre os resíduos sólidos domiciliares gerados, os orgânicos, frequentemente, encarados como inofensivos e logo, destinados sem nenhuma preocupação ambiental e social.

Dentre os problemas concernentes aos resíduos sólidos de natureza orgânica, no aspecto ambiental são considerados como agente contaminador do ar, solo e água; do ponto de vista sanitário podem servir como atrativos para vetores de doenças a comunidade (BARREIRA *et al.*, 2006). Ainda podendo ocorrer contaminação dos resíduos recicláveis por resíduos orgânicos contaminados o que ocorre em sua maioria, o que inviabiliza a reutilização dos resíduos para reciclagem quando sujeitos sem a seleção prévia ao processo. Os meios onde estão dispostos tais como, aterros sanitários e lixões não possibilitam oxigenação e favorece a ação de organismos anaeróbicos, gerando gases que contribuem para o efeito estufa e chorume (SILVA, 2008).

Em dados obtidos por Silva *et al.* (2010a) na zona urbana de municípios paraibanos (Cabaceiras, Caraúbas e Queimadas) foi verificada nos resíduos sólidos orgânicos domiciliares a predominância de ovos de helmintos. Tendo uma quantidade com variação de 12,82 a 14,39 ovos/gST, com percentual de viabilidade de 95,42%; registrando-se em critério de prevalência, *Ancylostoma sp.*, *Enterobius vermicularis*, *Fasciola hepatica* e *Ascaris lumbricoides*.

De acordo com Silva (2008), os resíduos orgânicos podem evidenciar agentes patogênicos que afetam a qualidade sanitária do meio ambiente e humana. Conforme constatado em pesquisas realizadas no bairro de Santa Rosa, em Campina Grande/PB, através das quais, identificou-se a diversidade de ovos de helmintos nos resíduos sólidos orgânicos domiciliares (SILVA *et al.*,

2012a, SILVA *et al.*, 2011b), tendo como descrição, em ordem de predominância: *Ascaris lumbricoides* (46,0%), *Enterobius vermiculares* (37,0%), *Ancylostoma sp.* (15,0%), *Hymenolepis nana* (2,0%).

A contaminação dos alimentos certamente é proveniente da utilização de esgotos, sem o devido tratamento na produção de hortaliças e na má higienização dos mesmos quando ingeridos *in natura* (SILVA, 2008).

Outros autores afirmam, que independentemente da origem, estes apresentam organismos patogênicos em quantidade semelhante aos resíduos sólidos de serviços de saúde, com aspectos sanitários que afetam a saúde pública (LANGE; CUSSIOL, 2007).

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), no seu artigo 3º, indica a compostagem como um dos caminhos para a disposição adequada dos resíduos sólidos orgânicos. Que se caracteriza em um processo biológico aeróbio que transforma matéria orgânica em composto orgânico. Geralmente, a matéria orgânica consiste de folhas verdes, secas, cascas de frutas, verduras e restos de comida; agindo em ambiente aeróbio, na presença de água, objetivando a higienização e estabilização de material orgânico contaminado (TEXEIRA *et al.*, 2005).

Ter conhecimento da patogenicidade e viabilidade desses microrganismos é possível avaliar o risco de contaminação em que estão submetidos o ser humano e outros animais, pois demonstram alto potencial de resistência ao estresse ambiental, nesse aspecto, os ovos de *Ascaris* são resistentes a fatores químicos e ambientais, que frequentemente eliminam vírus e bactérias, portanto, conseguindo-se a inviabilidade desses ovos, certamente permitirá inativação de todos os outros microrganismos patogênicos (SILVA, 2008). Então, neste contexto, é possível perceber a potencialidade e a objetividade da compostagem, que se trata da higienização e estabilização de material orgânico contaminado (TEXEIRA *et al.*, 2005). No que tange a NBR 10.004 de 2004, referente à Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004) a respeito à periculosidade de um resíduo, por sua vez, caracteriza-o em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas, em que representa risco à saúde pública, incidência de doenças ou aumentando seus índices; e/ ou apresente riscos ao meio ambiente, quando não há disposição adequada do resíduo.

A compostagem, segundo Herberts *et al.* (2006), compreende em um método de tratar os resíduos orgânicos, possibilitando de acordo com Silva (2008) através dessa tecnologia

transformar a matéria orgânica em mineral, cujo trabalho contínuo de diferentes comunidades de microrganismos e mesoinvertebrados são essenciais nesse processo de mineralização.

Conforme Diniz Filho *et al.* (2007), um composto orgânico está pronto para ser usado quando seu volume for equivalente 1/3 do volume original, não sendo disponível reconhecer os componentes iniciais, moldando-se com facilidade nas mãos, apresenta cheiro tolerável e agradável de terra; pode-se constatar-se que aplicação da compostagem é bastante relevante na melhoria e garantia da fertilidade e vida do solo.

Em pesquisa Silva *et al.* (2011a) demonstrou a eficiência da compostagem como método de tratamento descentralizado de resíduos sólidos orgânicos domiciliares em Campina Grande/PB, proporcionando a estabilização e higienização, com eliminação de 100% dos organismos patogênicos. O Sistema consistia de quatro composteiras de alvenaria (1,0 m de largura, 3,0 m de comprimento e altura de 0,70 m). Sendo cada composteira subdividida em três compartimentos (1 m²). E constituídas com unidades de recepção, unidade para armazenamento, bem como, para trituração e homogeneização de resíduos sólidos orgânicos, ainda compreendia de compostário para realização de peneiração e armazenamento dos compostos. A tecnologia investigada compreendeu uma alternativa de tratamento de baixo custo, eficiente e de simples operação.

Considerando os fatores relevantes, a persistência dos organismos patogênicos, a análise de ovos de helmintos no composto final da compostagem é de suma importância, pois servi na caracterização de eficiência do processo (SILVA, 2008).

Diante do cenário de crise ambiental, a ausência de gestão de resíduos sólidos representa um dos principais problemas, no entanto, há tecnologias que possibilitam reduzir tais problemas. De acordo com Silva *et al.* (2011b), é requerido o empoderamento dessas tecnologias por parte dos mais diferenciados segmentos da sociedade, especialmente ao processo de formação e mobilização da população, o que só será possível por meio de estratégias em Educação Ambiental.

Para Guidoni *et al.* (2013) a compostagem proveniente de resíduos orgânicos gerados de residências domiciliares pode ajudar para aumentar o aproveitamento da fração orgânica produzida por estes estabelecimentos, favorecendo desse modo, a mitigação dos impactos negativos provocados no meio ambiente, conforme constatou Silva (2008).

De acordo com o entendimento de Massukado (2008), a compostagem é o processo pelo qual ocorre a decomposição aeróbia da matéria orgânica por intermédio de sistemas de leiras

revolvidas, leiras estáticas, aeradas e sistema fechado ou acelerado. As tecnologias de implantação no processo do tratamento dos resíduos sólidos orgânicos por meio da compostagem podem ser atingidas em grande escala, a exemplo dos sistemas centralizados, ou como em pequena escala, incluindo os sistemas descentralizados (SANTOS, 2007).

Dentre as vantagens que podem apresentar os sistemas descentralizados segundo Massukado (2008), está o tratamento dos resíduos próximos a fonte geradora. Bem como, eficácia no monitoramento do sistema, redução nos gastos com transporte e, eventualmente aumento ou redução da capacidade de tratamento em comparação com os sistemas centralizados (WAGNER; BELLOTO, 2008).

Com base na implantação de sistemas de tratamento descentralizado de resíduos sólidos orgânicos no Bairro de Santa Rosa, Campina Grande/PB (SILVA *et al.*, 2011a), verifica-se a eficácia e potencialidade desta tecnologia, desenvolvida com baixo custo e de fácil operação.

Para Fernandes e Silva (1999), os processos podem ser divididos em três sistemas: Sistema de leiras revolvidas (*windrow*), o sistema de leiras estáticas aeradas (*static pile*), o sistema fechado ou reatores biológicos (*In- Vessel*). O sistema de leiras revolvidas mostra-se mais simples, onde a mistura de resíduos é posta em leiras que são revolvidas periodicamente, favorecendo a aeração do composto. No sistema de leiras estáticas aeradas a mistura a ser compostada é distribuída sobre uma tubulação perfurada, a aeração advém do sistema de injeção de ar por meio de pressão ou sucção, onde não é realizado o revolvimento mecânico das leiras, o processo prossegue quando os resíduos são colocados em sistema fechado, possibilitando maior controle sobre os parâmetros de sucesso para o processo (FERNANDES; SILVA, 1999).

Para obter um composto de qualidade não são obrigatórias que sejam aplicadas tecnologias sofisticadas. Entretanto, é imprescindível que haja eficiência na observância e, um bom controle de monitoramento nos diferentes parâmetros no processo biológico de compostagem (FERNANDES; SILVA, 1999; SILVA *et al.*, 2011a).

3.3 Parâmetros que influenciam o processo de compostagem

A compostagem é uma alternativa para o tratamento e reaproveitamento dos resíduos orgânicos, pois contribui para a redução em mais de 60% do seu volume, promovendo o descarte ambientalmente adequado desses materiais ao produzir no final do processo, um composto

estável que pode ser utilizado no solo e/ou em jardins ornamentais e hortas (MASSUKADO, 2008; BITTENCOURT, 2015).

Segundo Cerri (2008), a compostagem é um processo biológico de decomposição e estabilização dos resíduos sólidos orgânicos sob condições que favoreçam as temperaturas termofílicas que resultam da produção biológica de calor.

Para o desempenho adequado do processo de compostagem, é necessário o controle de alguns parâmetros que promovam condições propícias para a ação dos microrganismos, dentre eles, destaca-se, a presença de organismos, temperatura, pH, aeração, teor de umidade da massa orgânica, relação Carbono/Nitrogênio, adição de água e estruturante, concentração de nutrientes, a análise granulométrica, (CERRI, 2008; MASSUKADO, 2008; PAULA; CEZAR, 2011).

A transformação dos resíduos sólidos orgânicos domiciliares em um composto viável é resultado da ação de vários organismos que participam das diferentes fases do sistema. Muitos organismos são responsáveis pela degradação da matéria orgânica, porém, os principais grupos envolvidos são as bactérias, actinomicetos e fungos. Segundo Bidone e Povinelli (1999), as bactérias são responsáveis pela decomposição de açúcar, amidos, proteínas, nitrogênio e outros compostos. Os fungos e actinomicetos exercem a função de degradar o material celulósico.

O crescimento e a atividade biológica dos organismos promovem o aumento da temperatura, necessária para a efetivação do sistema de compostagem, uma vez que, a temperatura influencia a velocidade de degradação da matéria orgânica através da ação dos organismos. As altas temperaturas são fundamentais à destruição de ovos de helmintos, porém excesso de temperatura mantida por longo período de tempo pode inibir a ação de enzimas, prejudicando e/ou eliminando a ação microbiana (RUSSO, 2003; SILVA, 2008).

Nesse contexto, precisa ser mantida uma temperatura ótima, dado que, grandes variações podem promover a inibição da atividade metabólica. Segundo Reis (2005) e Cerri (2008), no início do processo, encontram-se as bactérias adaptadas a baixas temperaturas, que são substituídas pelas bactérias mesófilas. Segundo Pessin *et al.* (2005) observam temperaturas mesófilas até os dez primeiros dias de monitoramento. A ação destas bactérias causa o aumento da temperatura, permitindo crescimento e atividade metabólica das bactérias termófilas, promovendo a liberação de calor. Nessa fase, a temperatura pode variar de 50° a 70° C.

No fim do processo de compostagem, ocorre a diminuição da temperatura, devido à minimização da quantidade de matéria orgânica. Outros organismos adaptados a baixas

temperaturas, pH alcalino, baixo teor de umidade e de sólidos totais voláteis se instalam resultando na formação do composto (SILVA, 2008).

A variação do pH é um indicativo do estágio em que se encontra o processo de compostagem. O início do sistema de compostagem, é caracterizado por apresentar pH baixo, entre 4 e 5. Esse decréscimo no valor do pH pode ser resultado da formação de ácidos orgânicos em zonas anaeróbias, ou da concentração de ácidos intermediários desenvolvido a partir da presença de material carbonáceo (BIDONE, 2007). Para a ação de grande parte das bactérias, a faixa ótima do pH atinge valores baixos, próximos a 5,0 e ao longo do processo, com a estabilização do composto, o pH atinge valores entre 7,0 e 8,0 (CERRI, 2008). A Norma do Ministério da Agricultura e Pecuária, nº 25, de 23 de julho de 2009 (BRASIL, 2009), recomenda pH > 6,5, as instruções dessa normativa regulamenta as especificações, as tolerâncias, e garantias dos fertilizantes orgânicos simples, mistos e compostos.

A presença de oxigênio no sistema de compostagem aeróbia é de suma importância para oxidação biológica do carbono do material orgânico, para que ocorra produção de energia necessária para ação dos organismos. Para corrigir o excesso de umidade, recomenda-se o reviramento do sistema de compostagem (aeração), uma vez que, quanto mais úmido estiver o substrato, mais deficiente será a oxigenação (CERRI, 2008) e, portanto, a eficiência da compostagem.

O alto teor de umidade faz com que a água ocupe os espaços vazios da composteira ou leira, impedindo a passagem do oxigênio, o que ocasionará a anaerobiose, e conseqüentemente, a minimização do processo de degradação, queda da temperatura, formação de chorume, ao qual promoverá a atração de vetores e a produção de mau cheiro, gerando impactos negativos ao meio (BÜTTENBENDER, 2004; HERBETS, *et al.*, 2006). Por outro lado, teores de umidade reduzidos não propiciam a colonização dos organismos decompositores, restringindo a ação dos microrganismos, e, por conseguinte, não ocorrendo às fases da compostagem (SILVA, 2008).

A dimensão das partículas presentes no processo de compostagem é de grande importância para a oxigenação do substrato, ao influenciar no arejamento e estabilidade. Os resíduos quando pequenos, contribuem para melhor ação dos organismos, no entanto, partículas muitas reduzidas podem comprometer a aeração do sistema. Por outro lado, se as partículas forem demasiadamente grandes, retardam a decomposição do material (CORDEIRO, 2010; CERRI, 2008).

O equilíbrio da relação C/N é um fator importante no crescimento e divisão celular dos organismos, pois o carbono é um constituinte do material celular; funciona como elétron doador em metabolismos energético e atua como elétron receptor em reações metabólicas de energia. O nitrogênio é um constituinte de proteínas, ácido nucléico, coenzimas e aminoácidos. Exerce a função de doador de elétron em reações metabólicas de energia de algumas bactérias; na forma de nitrito e nitrato atua como receptor de elétron em reações metabólicas de energia da bactéria da desnitrificação em condições de anaerobiose (RUSSO, 2003).

A baixa relação entre C/N, pH alcalino e elevadas temperaturas, implicam na mitigação do nitrogênio na forma de amônia, recomendando-se, nesse caso, a adição de matéria estruturante (OLIVEIRA 2001). A adição de estruturante melhora a capacidade de retenção de umidade na massa de resíduos processados, promovendo condições favoráveis à ação dos organismos, bem como, favorecer o balanceamento da relação carbono e nitrogênio (SILVA, 2015).

3.4 Educação Ambiental para gestão integrada de resíduos sólidos

Para alcançar as alternativas voltadas para a problemática dos resíduos sólidos, configura-se a sensibilização, formação e mobilização da sociedade em Educação Ambiental. A educação é um fator primordial para o desenvolvimento de qualquer nação, por favorecer a formação de cidadãos críticos e ambientalmente conscientes, conseqüentemente, mentores de uma sociedade centrada nos princípios da justiça e sustentabilidade (JUSTINO *et al.*, 2012a). Diante desses fatos, a Educação Ambiental se sobressai como um dos caminhos viáveis, buscando intervir na percepção ambiental da sociedade (ROSA; SILVA, 2002).

Segundo Tristão (2002) e Jacobi (2003), a Educação Ambiental é uma condição necessária para modificar um quadro de crescente degradação ambiental, assumindo uma ação transformadora, e contribuindo para o princípio da corresponsabilidade dos indivíduos, todavia Silva (2002) cita que a Educação Ambiental deve acontecer de forma simultânea à sensibilização, possibilitando assim, um processo de ensino-aprendizagem.

Desta forma, a sensibilização, formação e mobilização se constituem como uma importante estratégia para a implantação da coleta seletiva na fonte geradora, uma vez que tem o papel de transformar e reformular os conhecimentos, baseando-se no princípio da sustentabilidade.

Todavia, necessita-se de um processo continuado, pois a Educação Ambiental requer ações em consonância com a realidade (JUSTINO *et al.*, 2012b).

Logo, Educação Ambiental emerge como um instrumento capaz de proporcionar mudanças, novas atitudes da sociedade e formação de cidadãos críticos e comprometidos com o meio ambiente. Pois contribui para que o ser humano dialogue sobre o cenário de crise ambiental, e colocar-se inserido nesse contexto, buscando um efetivo diálogo em busca de melhorias por sua própria vida e pelo bem-estar do seu semelhante (NASCIMENTO; SANTOS, 2011).

Ante ao exposto, evidencia-se ter um novo olhar diante a degradação ambiental, conforme entendimento de Albuquerque *et al.* (2007), os fatores que propiciam a elevada geração de resíduos são provenientes do crescimento populacional, econômico, e o alto consumo. Comprometendo desta forma, o equilíbrio ecologicamente do meio ambiente e socialmente justo. Segundo Boff (2004), estamos inseridos numa sociedade utilitarista e antropocêntrica, que age considerando o conjunto dos seres a mercê e disposição do bel-prazer dos desejos e preferências do ser humano.

Neste sentido, a percepção ambiental, quando esta acontece de forma inadequada, segundo Faggionato (2005), incide diretamente na atividade humana sem limites, reflexos de uma sociedade contemporânea que se comporta e interage com uso abusivo e exacerbado dos recursos ambientais. Por conseguinte, ações voltadas à sensibilização e mudança de percepção ambiental advindo da consciência das problemáticas relativas ao ambiente, impulsionam a construção do conhecimento, a partir da realidade vivenciada pelos diferentes atores sociais, despertando nestes a percepção e compreensão de inserção no ambiente e, desta forma, o desejo de cuidar e protegê-lo (FAGGIONATO, 2005; SILVA; LEITE, 2008).

Nessa conjuntura, dentre as ações voltadas em Educação Ambiental, para conseguir a efetiva implantação da gestão integrada dos resíduos sólidos, é possível salientar: o trabalho de catadores de materiais recicláveis em associações e, a importância desses profissionais no contexto ambiental e social (SILVA *et al.*, 2011b); a diligência dos programas de coleta seletiva, bem como, a compreensão por parte dos mais diferentes segmentos da sociedade a cerca dos benefícios advindos de tecnologias e tratamento dos resíduos sólidos orgânicos é de fundamental importância (SILVA *et al.*, 2009). De acordo com o empoderamento de conhecimento dos cidadãos é possível que haja ações de transformações sustentáveis no cenário ambiental que se presencia atualmente (VIEIRA; MOUMUL; PRESSINATTE JR., 2007).

Quando se trata de efetivar a Educação Ambiental requer considerar os pressupostos dos processos produtivos, pensar nas modificações nos hábitos de consumo e urbanização. Incorporar a importância de analisar os problemas ambientais, como parte da realidade social, como a questão da problemática dos resíduos sólidos (SIQUEIRA; MORAES, 2009).

Desse modo, Silva *et al.* (2014) externam que diante dos problemas e, do delineamento de estratégias no processo de gestão de resíduos sólidos contemporaneamente vivenciados, especialmente, os resíduos domiciliares, a Educação Ambiental é indicada como um caminho para a sensibilização e compreensão de tais problemas. Podendo ser ainda aplicada como instrumento interdisciplinar capaz de capacitar e sensibilizar a população em geral, a respeito da crise no cenário ambiental atual como afirmam Weber e Castanheira (2011).

Sob o olhar de trabalhos desenvolvidos acerca da Educação Ambiental, vislumbra-se projeto realizado em duas escolas públicas de Araguari/MG. Elaborado com o intuito de envolver a comunidade escolar nas questões ambientais, especialmente na problemática referente do mau condicionamento e, inadequada disposição final dos resíduos sólidos orgânicos, desenvolvido sob a luz de implantação de compostagem nas próprias escolas, através dos resultados obtidos, foi possível demonstrar que a compostagem apresenta-se como uma importante ferramenta estratégica na propagação da Educação Ambiental nas escolas. Sobretudo, em relação à sensibilização dos atores envolvidos (professores e alunos) sobre a importância de diminuir os impactos ambientais decorrentes da utilização inadequada dos recursos naturais (SANTOS, 2007).

Segundo a Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura (UNESCO, 1987) a Educação Ambiental pode ser entendida como um processo permanente, em que o indivíduo ao passo que toma consciência do papel do ambiente que o cerca e desta forma adquirem conhecimentos, valores, habilidades e experiências, torna-se capaz de atuar e resolver problemas ambientais presentes e futuros.

Ancorado nessa perspectiva, estudos realizados na área ambiental por Oliveira, Maulais e Delariva (2010), demonstram a necessidade de investir na gestão ambiental, em prol para alcançar a sustentabilidade; nesse sentido o projeto realizado no ambiente universitário em Maringá/PR iniciou-se com diagnóstico da quantidade e qualidade dos resíduos sólidos gerados, e com base nesses dados possibilitar aplicação de técnicas de Educação Ambiental junto à população acadêmica do referido Campus, no intuito de investigar estratégias eficazes para a

gestão dos resíduos sólidos no referido local. Isto entra em consonância no que dispõe inciso 6º do artigo 225, da Constituição Federal – CF, que estabelece ao Poder Público promover a Educação Ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação e/ou do meio ambiente (BRASIL, 1988).

Outros autores como Soares, Salgueiro e Gazineu (2007) comungam que a Educação Ambiental desponta como principal instrumento de transformação, sendo de suma importância para o desenvolvimento de atividades voltadas para a problemática dos resíduos sólidos, pois é capaz de motivar os mais variados atores da sociedade, uma consciência crítica em relação ao meio ambiente, considerando a importância da reciclagem dos resíduos por meio da coleta seletiva, em prol de beneficiar o meio ambiente e à coletividade.

Associado a esse contexto, a Educação Ambiental atua numa perspectiva transformadora em que coloca o educador numa condição de animador e o encoraja a desafiar a criar, em cada ser humano uma nova visão da realidade ambiental, no qual este indivíduo está inserido (VASCONCELOS, PEREIRA, SILVA, 2014). Ante ao exposto a esse novo olhar, dissipa o calor da mudança e o fogo da esperança, em começar através da Educação Ambiental, o seu caráter crítico e emancipatório, e mudar suas atitudes pertinentes à natureza, ou seja, um agente transformador de sua realidade, do meio ambiente (SILVA *et al.*, 2012b). Ainda de acordo com Silva *et al.* (2012b), a Educação Ambiental vislumbra-se significativamente como instrumento da gestão integrada de resíduos sólidos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Caracterização da Pesquisa

A execução do presente trabalho teve por base os princípios da pesquisa experimental (MARCONI; LAKATOS, 2007) e participante (THIOLLENT; SILVA, 2007) e foi aplicado no Bairro Malvinas, em Campina Grande/PB.

A pesquisa experimental norteou o desenvolvimento e o monitoramento das tecnologias que se pretendia investigar, tendo a pesquisa participante como um processo de sensibilização, formação e mobilização de todos os atores envolvidos na problemática que objetiva solucionar.

4.2 Caracterização da área de estudo

O município de Campina Grande situa-se na mesorregião do Agreste da Paraíba, a 120 km da capital, João Pessoa ($7^{\circ}13'51''$ sul, $35^{\circ}52'54''$ oeste, a 550 m acima do nível do mar), na Serra da Borborema. Possui área territorial de 594, 182 km². Apresentando uma população estimada em 402.912 habitantes e é constituída por 49 bairros e 3 distritos (BRASIL, 2014).

O bairro Malvinas, localiza-se na zona oeste de Campina Grande/PB, e limita-se geograficamente entre outros seis bairros: Bodocongó, Dinamérica, Ramadinha, Santa Cruz, Santa Rosa, Serrotão e Três Irmãs. Atualmente, apresenta uma população estimada em 88.457 habitantes, caracterizando-se como um dos bairros mais populosos da cidade (BRASIL, 2014).

A escolha do bairro Malvinas decorreu do processo de formação de agentes multiplicadores em Educação Ambiental dos líderes comunitários da Comunidade Eclesial (Figura 1) de Base Jesus Libertador (BISPO, 2013); a implantação da coleta seletiva, possibilitando a participação de 283 famílias e a inclusão dos catadores de materiais recicláveis da Associação de Catadores de Materiais Recicláveis Nossa Senhora Aparecida - ARENSA (COSTA, 2014). Estes passaram por um processo de organização enquanto associação (CAVALCANTE, 2011), sensibilização e formação em Educação Ambiental (RIBEIRO *et al.*, 2011; CAVALCANTE *et al.*, 2012; SABINO, 2016; ARAUJO, 2016) e tratamento de resíduos sólidos orgânicos domiciliares (NASCIMENTO, 2015).

Posteriormente, os materiais recicláveis: plástico, vidro, papel e metal foram destinados aos catadores de materiais recicláveis da Associação de Catadores de Materiais Recicláveis da Comunidade Nossa Senhora Aparecida (ARENISA). Já os resíduos sanitários e os classificados como outros foram encaminhados ao carro coletor de serviço público de limpeza.

Os materiais orgânicos foram despejados em uma lona plástica e homogeneizados, com o auxílio de enxada de capinar, considerando o método de quarteamento múltiplo. A porção homogênea foi dividida em quatro partes, ao qual se retirou apenas uma unidade. Esta foi novamente homogeneizada e quarteada para a obtenção de uma subamostra. Em seguida, a porção foi homogeneizada e dividida em dez partes iguais, adquirindo uma amostra de cada porção, para análises química, física e sanitária.

4.4 Caracterização química, física e biológica de resíduos sólidos orgânicos domiciliares

Para a caracterização química, física e biológica dos resíduos sólidos orgânicos domiciliares (RSOD) foram recolhidas dez amostras em cada coleta, contabilizando 30 análises. Além disso, foram coletadas e analisadas durante três semanas consecutivas resíduos de folhas e flores produzidos na região estudada, com interesse de avaliar o potencial contaminante do material e verificar a contribuição destes tipos de estruturantes para a estabilização do sistema de compostagem. Os resíduos de folhas (RFOL) foram constituídos de folhas secas com prevalência folhas de jambeiro, as quais foram recolhidas das residências, e os resíduos de flores (RFLO) oriundos da Paróquia Igreja Jesus Libertador.

Nos resíduos coletados foram analisados teor de umidade, pH, sólidos totais, sólidos fixos e sólidos voláteis e ovos de helmintos.

As amostras foram encaminhadas ao laboratório do Grupo de Extensão e Pesquisa em Gestão e Educação Ambiental (GGEA) da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB/CCBS/Campus I, ao Instituto Nacional do Semiárido (INSA) e a Estação Experimental de Tratamentos Biológicos de Esgotos Sanitários (EXTRABES) da Universidade Federal de Campina Grande e da Universidade Estadual da Paraíba.

Para a realização das análises físicas e químicas seguiram-se os critérios estabelecidos por Standard Methods for Examination of the Water and Wastewater (APHA, AWWA, WEF, 1998).

As análises de ovos de helmintos foram realizadas a partir do Meyer *et al.* (1978) com as modificações sugeridas por Silva (2008). As modificações feitas por Silva (2008) referem-se à

preparação da amostra: peso da amostra (25 g), lavagens prévias com solução de água sanitária a 50% e filtração dupla por filtro de polietileno, para garantir o máximo de recuperação de ovos de helmintos.

A realização da 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). A impossibilidade de coloração desses ovos por determinados corantes demonstra a impermeabilidade e conseqüentemente a sua viabilidade (NEVES, 2005).

4.5 Instalação e monitoramento dos sistemas de tratamento aeróbios de resíduos sólidos orgânicos domiciliares

Após a análise dos dados referentes à caracterização gravimétrica, física, química e sanitária, foi realizada a coleta de resíduos sólidos orgânicos para a implantação do Sistema de Tratamento Descentralizado de Resíduos Sólidos Orgânicos Domiciliares (SITRADERO). Para essa etapa teve a participação de 63 famílias que se dispuseram em separar os resíduos orgânicos em sacolas plásticas confeccionadas com o logótipo da gestão de resíduos sólidos no bairro (Figura 2).

Figura 2: Logotipo desenvolvido para a gestão integrada de resíduos sólidos no bairro Malvinas, em Campina Grande – PB.



Fonte: NASCIMENTO (2015).

Os resíduos coletados foram encaminhados para a Universidade Estadual da Paraíba – UEPB/CCBS/Campus I. No primeiro momento, estava previsto a instalação do experimento no terreno anexo à Igreja Jesus Libertador, no bairro Malvinas, com intuito de favorecer a participação dos moradores do bairro, no entanto, o terreno encontra-se em reforma, inviabilizando a implantação do SITRADERO no bairro. Diante dessa problemática, surgiu a necessidade do desenvolvimento de um sistema de tratamento de resíduos orgânicos móvel.

O processo de compostagem consistiu de três subsistemas (Figura 3) considerados em escala de triplicata, totalizando em nove composteiras: composteira de concreto quadrado (CCQ), com 0,50 m de largura, 0,50 m de comprimento e 0,50 m de altura; composteira de concreto retangular (CCR) formadas de 0,50 m de comprimento; 0,30 m de largura e 0,50 m de altura (volume=0,075m³); composteira de alumínio inox retangular (CAR) que apresentam compartimento único e dimensão de 0,50 m de comprimento, 0,30 m de largura e 0,50 m de altura (volume=0,075 m³). As composteiras CAR apresentam uma manivela móvel, com três hastes de alumínio para facilitar o reviramento do substrato, com uma trava de segurança.

Figura 3: Composteiras. Foto A: Composteiras confeccionada em concreto com configuração em quadrado (CCQ). Foto B: Composteiras confeccionadas em alumínio e aço inoxidável com configuração em retângulo (CAR). Foto C: composteiras confeccionada em concreto com configuração em retângulo (CCR).



Fonte: Nascimento (2015)

Para a montagem do experimento foram coletados 270 kg de resíduos orgânicos. Para formação do substrato, os resíduos orgânicos foram dispostos em uma lona, adicionados estruturantes (folhas, flores e rejeito) e homogeneizados. Cada composteira foi constituída por 30 kg de resíduos sólidos orgânicos: 80% de resíduos orgânicos domiciliares, 20% de estruturantes, dividido em 10% de folhas, 3% de flores e 7% de rejeitos (provenientes de outros sistemas de compostagem).

O sistema foi monitorado diariamente durante 120 dias, no mesmo horário (8h30), por meio de aferição da temperatura, com o auxílio de termômetro de haste de mercúrio em três pontos estratégicos (superfície, centro e base) e por observação direta (condições do substrato e presença de mesoinvertebrados).

A aeração aconteceu periodicamente em dois dias (terça-feira e sexta-feira), a partir do reviramento manual com auxílio de espátulas adaptadas e manivela móvel no caso das composteiras de alumínio inox retangular (CAR) e instrumentos agrícolas (pá e enxada). As

coletas das amostras ocorreram antes do reviramento, retirando de diferentes pontos do substrato, foram homogeneizadas, formando uma amostra composta para as análises.

As análises de pH, sólidos totais, teor de umidade e 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/UEPB/ Campus I, Campina Grande/PB. As demais análises foram encaminhadas para o Laboratório do INSA. No Quadro 1 apresentam-se os métodos e frequências de análises dos parâmetros que foram monitorados.

Quadro 1: Métodos e frequências de análises dos parâmetros físicos, químicos e biológicos que foram adotados nos sistemas de compostagem.

Parâmetros	Frequência	Método Utilizado
Temperatura (°C)	Diária	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 por Silva (2008)

Ao final do experimento realizou-se o peneiramento do composto, utilizando-se o critério de classificação em rejeito, farelo e pó. Em que se utilizou de uma peneira aramada de 4 mm, para obter a separação do composto do tipo farelo e rejeito. Logo em seguida, ocorreu o peneiramento do material em peneira de 2 mm, tendo como produto final o composto do tipo pó (BRASIL, 2005). O composto em pó foi embalado e etiquetado com informações do projeto, formas de utilização do composto e agradecimento pela participação no experimento e, entregue as famílias participantes do experimento.

4. 6 Análise de dados

Os dados descritos foram processados e analisados com a utilização do software Microsoft Office Excel 2007. Sendo os dados expressos em valores médios.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos produzidos pelas famílias que residem no entorno da Paróquia Jesus Libertador, Malvinas, Campina Grande-PB.

A caracterização dos resíduos sólidos domiciliares pretendeu analisar a quantidade e a qualidade dos resíduos produzidos.

Na tabela 1 são expressos os dados referentes à quantidade de moradores que efetivamente participou do projeto, bem como à produção diária de resíduos sólidos gerados.

Tabela 1: Resíduos sólidos domiciliares produzidos pelas famílias situadas em entorno da Paróquia Jesus Libertador, bairro Malvinas, Campina Grande – PB, 2014.

Dias de coleta	Número de famílias	kg/coleta
1°	44	188,9
2°	32	161,0
3°	31	70,6
Média	36	140,2
Desvpad.	44,9	202

Quando observado o percentual de famílias inicialmente cadastradas (63), nota-se que apenas a média de 36 famílias efetivamente se envolveram com o projeto. A disparidade em relação à quantidade de resíduos recolhida, bem como, a média de famílias que efetivamente se envolveu com o projeto, conforme abordado no desvio padrão, justifica-se em virtude dos moradores, embora sensíveis e comprometidos com a sustentabilidade territorial, ainda apresentem dificuldades em compreender a importância da destinação final adequada dos resíduos sólidos para minimização dos impactos negativos sobre o meio ambiente e a saúde humana. Para reverter essa situação, é necessário um processo contínuo e participativo em Educação Ambiental, pois segundo Silva *et al.*, (2005), motiva a construção de conceitos, reformulação de pensamentos e percepções, criação e recriação e acima de tudo intervenção da sua realidade.

Em decorrência desta necessidade, os trabalhos de formação em Educação Ambiental persistem e anualmente vem sendo oferecidos cursos para os líderes comunitários e catadores de materiais recicláveis.

Acerca dos resíduos sólidos produzidos no bairro, foram coletados ao todo 420,6 kg, em três dias de coleta, o que representa a média de 140,2 kg (tabela 01). Considerando a média de famílias participantes (36) do projeto, verifica-se que a produção média diária de resíduos por famílias corresponde a 3,89 kg. Tornando por base o número de quatro pessoas por família, a geração *per capita* diária de resíduos sólidos no bairro Malvinas equivale a 0,97 kg/hab.dia.

Em estudo comparativo realizado em três municípios da Paraíba, Silva (2008) verificou que a produção média diária de resíduos sólidos corresponde a 0,51 kg/hab./dia. Em trabalho realizado no Cariri paraibano, Araujo *et al.*, (2015), constataram a produção média de 0,60 kg/hab./dia.

Observa-se que a quantidade de resíduos gerada varia de acordo com o consumo, quantidade de moradores, renda familiar e o período de permanência na residência ao longo do dia (NASCIMENTO, 2015).

De acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), a geração de resíduos sólidos em 2014 correspondeu a 215.297 toneladas/dia, o que remete a produção *per capita* de 1,062 kg/hab.dia de resíduos em todo país (ABRELPE, 2015). Logo, a produção diária per capita verificada no bairro Malvinas (0,97 kg/hab.dia), encontra-se abaixo da média nacional (1,062 kg/hab.dia).

Nota-se que se a população do bairro Malvinas seguiu o perfil da média de produção *per capita* nacional produziria 8.138,044 kg por dia a mais de resíduos sólidos, sendo que, a produção diária própria do bairro é de aproximadamente 85.803,29 kg por dia.

Observando-se a quantidade de resíduos produzida no bairro Malvinas, compreende-se que segue o perfil encontrado em outros trabalhos, contudo, vislumbra-se a necessidade do desenvolvimento de alternativas para a coleta, transporte, armazenamento, tratamento e destinação final, uma vez que, quando descartados de forma inadequada causa danos ao meio ambiente e a sociedade.

Partindo do pressuposto que a Educação Ambiental coloca-se como uma ferramenta essencial para o conhecimento ambiental, em estudo realizado por Gonzalez *et al.* (2007), em uma comunidade ribeirinha no município de Botucatu/SP, demonstra que o poder de decisão dos envolvidos, é sem sombra de dúvida, importante início para a construção dos princípios norteadores de participação e responsabilidade social, pois abre espaço para reflexões concernentes ao consumismo e ao desperdício, sobretudo a encontrar soluções para as

dificuldades enfrentadas pela comunidade, e avançar na busca de inclusão social e qualidade de vida.

Após a caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos gerados nas ruas situadas em entorno da Paróquia Jesus Libertador, constata-se que 83,0% têm o potencial para serem reciclados ou reutilizáveis (Tabela 2). Sendo que, 64,0% correspondem aos resíduos sólidos orgânicos, necessitando de alternativas para o tratamento e descarte ambientalmente viável. Segundo Silva *et al.*, (2011a), o sistema de tratamento descentralizado de resíduos sólidos orgânicos domiciliares, de baixo custo e fácil operação, compreende um instrumento eficaz para a produção de composto sanitizado, possibilitando a aplicação em culturas agrícolas.

Tabela 2: Caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos gerados nas ruas situadas no entorno da comunidade Jesus Libertador, no bairro Malvinas, em Campina Grande – PB, 2014.

Resíduos Sólidos	(%)
Papel e papelão	9,0
Plástico	7,0
Metal	2,0
Vidro	1,0
Orgânico	64,0
Não reciclável	17,0
Total	100,0

Baseando-se na lei 12.395/10 que dispõe da Política Nacional de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010), que delinea a compostagem da fração orgânica, a destinação ambientalmente correta para este tipo de resíduo, sem tratamento, a parcela orgânica encaminhada aos aterros sanitários, pode gerar gases tóxicos e chorume, provocando impactos ambientais negativos e propiciando a diminuição do tempo útil desses locais.

Utilizando os dados obtidos na atual pesquisa, observou-se que 19% do material coletado foram resíduos sólidos recicláveis secos (papel, papelão, plástico, metal e vidro) que constituem materiais que podem ser comercializados. Considerando-se de todos os resíduos sólidos produzidos diariamente no Bairro Malvinas, 71.216,73/kg são materiais recicláveis, isto implicaria em uma redução de 12,27% na quantidade destinada de forma inapropriada de resíduos sólidos em Campina Grande-PB. Entende-se que constitui um valor bastante significativo e que por meio da coleta seletiva deveria ser encaminhado aos catadores de materiais recicláveis, potencializando a geração de emprego e renda destes profissionais, e

minimização do volume dos resíduos direcionados para o aterro sanitário do distrito de Boa Vista – PB, e evitando impactos negativos ao meio ambiente.

Ressalta-se que apenas 17% do material coletado, podem ser considerados resíduos sólidos não recicláveis. Destes 15% (outros) constituíram de resíduos misturados e perigosos, como pilhas, remédios, baterias e lâmpadas fluorescentes, e 85% relacionam-se a resíduos sanitários. Ou seja, rejeitos, anteriormente denominados de lixo pela Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Os resultados da composição gravimétrica dos resíduos sólidos abrem reflexão sobre a falta de gestão e da disposição inadequada dos resíduos, e dos impactos negativos que podem afetar o meio ambiente e à sociedade, como propõem Gouveia (2012).

Na gestão integrada de resíduos sólidos é necessário inserir algumas prioridades no sistema de gestão. Para Jacobi e Besen (2011), essas prioridades implicam na redução da geração de resíduos sólidos nas fontes geradoras, potencializam o reaproveitamento, a compostagem, a coleta seletiva e a reciclagem com inserção socioproductiva de catadores de materiais recicláveis, com essencial envolvimento da sociedade.

A questão da problemática dos resíduos sólidos esta relacionada com a percepção do ser humano tem ao meio ambiente, e muitas vezes agem de forma que os recursos naturais são infundáveis, desencadeando a cultura do desperdício (OLIVEIRA; SILVA, 2007). Logo, é imprescindível ter um novo olhar, ancorado na sensibilização e mudanças de percepção ambiental dos diversos atores sociais.

Baseando-se em estudos de Abdoli *et al.* (2011), a tomada de consciência da quantidade de resíduos sólidos oriunda de uma comunidade é fundamental para o planejamento apropriado do sistema de gestão, e no que concerne a problemática de resíduos sólidos.

5.2 Caracterização química, física e sanitária de resíduos orgânicos domiciliares produzidos nas residências situadas no entorno da Paróquia Jesus Libertador, Malvinas, Campina Grande-PB.

A geração de resíduos sólidos domiciliares é uma ação inevitável na contemporaneidade. Por isso, conhecer as características físicas, químicas e biológicas dos resíduos produzidos, é de fundamental importância para estabelecer alternativas voltadas ao tratamento e a destinação final adequada, favorecendo os princípios da gestão integrada de resíduos sólidos (VIANA, 2015).

Os dados referentes às características físicas e químicas dos diferentes tipos de resíduos orgânicos apresentaram valores altos concernentes aos parâmetros: pH, teor de umidade, sólidos totais voláteis. Em virtude da decorrência da composição diferenciada dos tipos de resíduos orgânicos (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios referentes à composição química, física e sanitária de resíduos orgânicos, de flores e folhas em três amostras coletadas no bairro Malvinas, em Campina Grande – PB. 2014.

Resíduos	RSOD	RFOL	RFLO	Média
pH	4,6	5,8	6,3	5,6
Umidade (%)	80,5	55,7	69,5	68,6
STV (%)	82,9	81,5	89,9	84,8
Ovos de helmintos (ovos/gST)	1,9	5,1	2,8	3,3

RSOD: Resíduos sólidos orgânicos domiciliares (valores médios resultantes de 30 amostras)

RFOL: Resíduos de folhas (valores médios de três amostras)

RFLO: Resíduos de flores (valores médios resultantes de três amostras)

O potencial hidrogeniônico (pH) é um fator relevante, pois propicia o desenvolvimento dos microrganismos durante o processo de compostagem (SILVA *et al.*, 2011b). Considerando a média geral (5,6) obtida para o pH, este valor ácido segundo Bidone (2007) e Silva (2008) inicialmente o meio torna o substrato ácido, em virtude dos ácidos minerais. Em seguida, os ácidos orgânicos reagem com as bases liberadas da matéria orgânica, neutralizando e transformando o meio alcalino. Contudo, no decorrer do tratamento esses valores tendem a modificar, devido à intensa e/ou redução da atividade biológica, conduzindo à formação de matéria orgânica húmica com reação alcalina.

Necessita-se especial atenção a este parâmetro, evitando que assuma valores extremos de acidez ou basicidade, reduzindo a atividade biológica do sistema de compostagem. Embora a correção de pH pode ser facilmente realizada com adição de cinzas para obtenção de pH básico e cascas de batatas para pH ácido (LIMA JÚNIOR, 2015).

Avaliando o parâmetro teor de umidade, os resíduos sólidos orgânicos domiciliares apresentam valor mais elevado em comparação com os demais tipos de resíduos (folhas e flores), devido ao tipo de composição. De acordo com os valores encontrados, o teor de umidade variou entre 55,7% a 80,5% (Tabela 3).

A umidade representa um fator essencial para o bom funcionamento no processo de compostagem. Segundo Fernandes e Silva (1999) e Nogueira (2011) indicam que o teor de umidade deve ser mantido entre 50% a 60% para composição inicial do substrato.

Teores de umidade superiores a 60% promovem a anaerobiose e inferiores a 40% reduzem significativamente a atividade biológica (BIDONE, 2007). Em alguns sistemas de compostagem, torna-se possível a adição de água durante o processo para sustentar altos níveis de atividade microbiana, contanto que não seja frequente (DIAZ, 2007). Vislumbra-se a importância de adicionar ao substrato inicial 10% de estruturante, entre flores, folhas e rejeito, promovendo o equilíbrio no teor de umidade no sistema.

Os valores de sólidos totais voláteis verificados na caracterização expressaram a média de 84,8 %, mostrando a necessidade de tratar estes resíduos, pois ao serem dispostos no meio ambiente com este percentual médio de sólidos voláteis implica em potenciais impactos negativos sobre o meio ambiente e a saúde pública, uma vez que compreendem materiais passíveis de decomposição e que atraem a ação de diferentes vetores.

De acordo com estudos de Silva *et al.* (2011c), no decorrer do processo de compostagem os valores dos níveis de concentração de sólidos totais voláteis tendem a ter um decréscimo, refletindo na estabilização do composto, esses níveis podem alcançar cerca de 70% a 78% de redução em relação ao substrato inicial.

Em relação à presença de ovos de helmintos nos resíduos sólidos domiciliares, resíduos de flores e resíduos de folhas, gerados no bairro Malvinas, em Campina Grande-PB, apresentaram uma média de 3,3 ovos/gST (Tabela 03).

Segundo Silva *et al.* (2010b), as condições inadequadas de saneamento ambiental, irrigação de cultura agrícolas com esgoto bruto ou tratado primariamente e a lavagem inadequada de vegetais utilizados na alimentação humana tem, em conjunto, contribuído para à prevalência de ovos de helmintos no Brasil.

Conforme Associação Brasileira de Normas e Técnicas / ABNT NBR 1007 (2004), os valores de ovos de helmintos obtidos nas amostras estudadas mostram-se, como perigoso, pois um resíduo é caracterizado como patogênico, quando contiver ou houver suspeita de conter microrganismos patogênicos.

As altas concentrações de ovos de helmintos levaram o Ministério do Meio Ambiente, classificarem que os lodos de esgotos devem apresentar uma concentração < 0,25 ovos/gST (BRASIL, 2006). Contudo, poucos estudos investigam ovos de helmintos como parâmetro da avaliação sanitária para análise e tratamento em resíduos sólidos orgânicos domiciliares.

Em estudo realizado por Silva *et al.* (2009) em duas escolas do município de Campina Grande-PB, foram identificados valores médios 23 a 16 ovos/gST, no substrato inicial dos resíduos sólidos orgânicos, indicando a necessidade de tratamento antes da disposição final.

A prevalência de ovos de helmintos registrados no trabalho, foram *Ancylostoma* sp. (45%), *Ascaris lumbricoides* (28%), *Hymenolepis nana* (16%) e *Enterobius vermicularis* (11%), indicando que a incidência de ovos de helmintos corresponde um problema de saúde pública.

Estas médias ultrapassam os valores registados por Menezes (2013) em trabalho realizado em Unidades de Saúde com a população de Macapá, estado de Amapá. O autor identificou a prevalência de *Ascaris lumbricoides* (13,4%), *Trichiuristrichiura* (8%), *Enterobiusvermicularis* (3,2%), *Ancylostoma duodenale* (2,4), *Strongiloidesstercoralis* (1,3%) e *Hymenolepis nana* (0,6%).

Esses enteroparasitas representam um grave problema de contaminação entre os responsáveis pelo manejo dos resíduos sólidos urbanos. Em trabalho realizado por Cavalcante *et al.*, (2015), foram observados que os catadores de materiais recicláveis, principalmente os que trabalham na informalidade, estão expostos aos resíduos sólidos orgânicos, resíduos de saúde e resíduos sanitários, promovendo riscos ocupacionais, proliferação de vetores e riscos biológicos, ao qual comprometem a qualidade de trabalho e vida desses profissionais.

No presente estudo foi encontrada uma grande incidência de ovos de helmintos em resíduos de flores (2,8 ovos/gST) gerados na Paróquia Jesus Libertador, bairro Malvinas, Campina Grande / PB, indicando o potencial contaminante desses resíduos. Nota-se a despreocupação com a exposição aos helmintos, provavelmente, pela ausência de informações. Vislumbra-se, por sua vez, a necessidade de tratamento prévio dos resíduos de flores gerados nas igrejas.

Os estudos realizados por Malsakova (2014) identificaram a incidência de ovos de helmintos da espécie *Toxocara canis*, no sistema radicular de plantas demarigolds (74,03%), calendula (63,44%), daisies (53,83%) da região de Vitebsk, Bielorrússia. As espécies de *P. zonale* retardaram o desenvolvimento de ovos de helmintos na rizosfera, reduzindo o risco potencial de infecção.

Entre os resíduos de folhas gerados nas residências, a situação torna-se ainda mais preocupante, em virtude da alta concentração de ovos de helmintos (5,1 ovos/gST) entre o material analisado. Isso se deve provavelmente pelo contato direto com o solo e por fezes de animais domésticos.

Os poucos estudos na literatura nacional e internacional, voltados para a análise de ovos de helmintos, mostram a negligência dos parâmetros de avaliação sanitária. Haja vista a alta dose infectante da sociedade. O pouco interesse científico acerca de ovos de helmintos em resíduos de folhas e flores decorre da concepção errônea de que esses materiais estariam livres de contaminação por helmintos e por representarem problemas secundários em comparação aos demais resíduos urbanos.

Apesar de grandes avanços científicos no combate das infecções por helmintos, permanecem vários obstáculos que desafiam a comunidade de saúde pública nos seus esforços para controlar a morbidade e eliminar a infecção. Há ausência de algumas ferramentas comprometendo o cenário atual. Dentre elas, destaca-se o mapeamento a doença atualizada; novos vermífugos, vacinas e diagnósticos específicos; progresso e monitoramento das intervenções de controle e quantificação das incidências de infecções doenças; intervenções para controle de vetores; implementação de vigilância pós-controle (LUSTIGMAN *et al.*, 2012).

A implementação da lei de saneamento básico, sob nº 11.445 de 2007 institui a necessidade da limpeza e o manejo dos resíduos sólidos urbanos, realizados de forma adequada à saúde pública e à proteção do Meio Ambiente (BRASIL, 2007).

A compostagem configura-se um instrumento importante no tratamento dos resíduos sólidos orgânicos, resíduos de flores e resíduos de folhas, uma vez que, promove a destinação final ambientalmente adequada desses resíduos, mitigação dos organismos patogênicos, melhoria da saúde pública, além de produzir um produto final sanitizado e higienizado para a utilização na agricultura, hortas, praças e jardins (BUTTENBENDER, 2004).

5.3 Análise da viabilidade de sistemas de tratamento aeróbios de resíduos sólidos orgânicos domiciliares e de flores produzidos nas ruas situados no entorno da Paróquia Jesus Libertador e instalados no Campus I- UEPB.

Para viabilização do sistema de compostagem dos resíduos sólidos domiciliares, foram coletados 270 kg de resíduos orgânicos domiciliares gerados no bairro Malvinas, em Campina Grande-PB. Além disso, foram coletados resíduos de flores produzidos na Paróquia Jesus Libertador e resíduos de folhas.

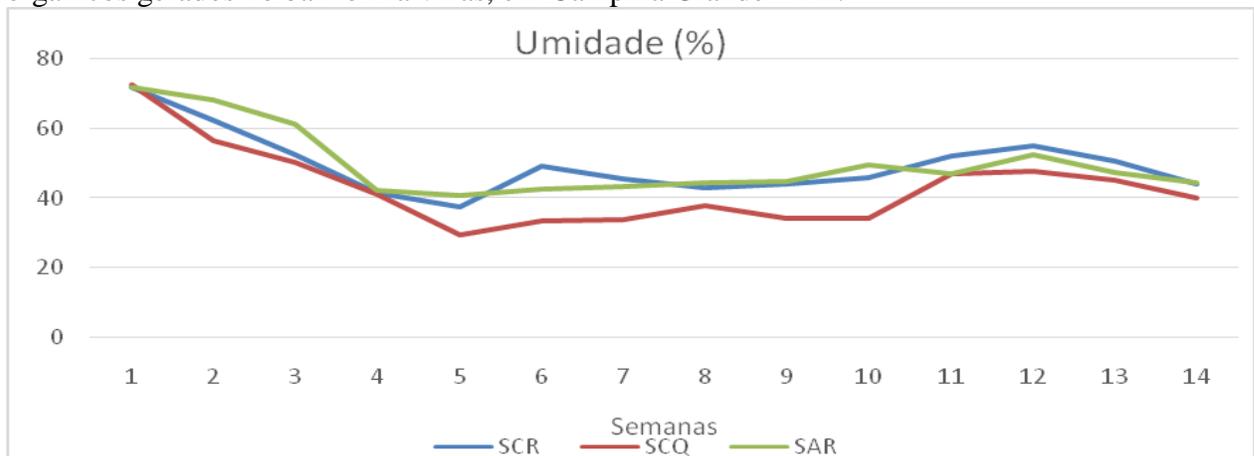
O sistema de tratamento dos resíduos sólidos orgânicos domiciliares foi instalado nas dependências da Universidade Estadual da Paraíba/CCBS/CAMPUS I, e monitorado diariamente durante 120 dias, no sentido de promover a estabilização e higienização dos resíduos analisados.

5.3.1 Teor de umidade

A umidade é um parâmetro importante para o processo de decomposição da matéria orgânica, a faixa ideal de umidade inicial do substrato compreende entre 50% a 60%, propiciando de forma favorável a ação dos organismos (TEIXEIRA *et al.*, 2005; OGUNWANDE *et al.*, 2008). Por conseguinte, é indispensável à presença de água, bem como, a necessidade de monitoramento durante todo o processo de compostagem (LEITE, 2015).

Inicialmente os teores de umidade dos diferentes subsistemas compreenderam valores entre 72% a 74% (Figura 4). Mesmo com a inclusão de 20% de estruturante (Rejeito, Resíduos de folhas e flores) não foi possível reduzir aos níveis indicados pela literatura. Contudo, por se tratar de período com forte radiação solar, e por não apresentarem coberturas, durante o processo de compostagem houve gradual diminuição dos teores de umidade, atingindo valores entre 17,86% e 24,66% do composto ao final do processo de compostagem.

Figura 4: Valores médios de teor de umidade dos subsistemas de compostagem dos resíduos orgânicos gerados no bairro Malvinas, em Campina Grande – PB.



Legenda: SCR: Sistema de concreto retangular; SCQ: Sistema de concreto quadrado; SCA: Sistema de Alumínio retangular.

Observaram-se durante o processo de compostagem alterações nos valores de umidade em ambos os subsistemas. Segundo Silva (2008) é imprescindível ocorrer o monitoramento em todas

as etapas da compostagem, pois garante as condições satisfatórias para os organismos participantes da compostagem e obtenção de um composto de qualidade.

Desse modo, para ocorrer à regularização de umidade e condições favoráveis para a ação dos organismos, foi necessário adicionar água no momento do reviramento, de acordo com a adequação dos subsistemas estudados. Vislumbra-se no decorrer a rega das leiras uniformemente, ter-se o cuidado com o excesso de umidade, evitando a leira ficar muito molhada, pois, pode promover odor desagradável por causa da compactação da massa, podendo ainda produzir chorume (TEIXEIRA *et al.*, 2005)

Ao longo do processo de compostagem, foi possível manter níveis regulares de umidade para a plena atividade dos organismos no subsistema de alumínio retangular (SAR) e no subsistema de concreto retangular (SCR), os quais apresentaram teores de umidade mais elevados e por maior período de tempo, em comparação ao subsistema de concreto quadrada (SCQ). Ressalta-se que inicialmente, os sistemas não detinham cobertura e estiveram expostos a radiação solar, fato que demandava regulação de umidade semanalmente. A partir do 30º dia de compostagem, os sistemas foram cobertos com lona, tendo-se o cuidado com o processo de aeração, evitando-se zonas de anaerobiose, fato que a dependência de regulação de umidade.

Considerando o parâmetro teor de umidade, em trabalho realizado por Sousa (2012), que avaliou a cobertura instalada em sistema de tratamento descentralizado de resíduos sólidos orgânicos domiciliares (SITRADERO), em Santa Rosa, Campina Grande / PB. Observou que a cobertura interferiu na exposição direta do substrato as radiações solares, bem como, a entrada de água proveniente de chuvas. Dessa maneira, verifica-se a correlação entre teor de umidade e cobertura, em que esta influenciou consideravelmente na redução da umidade das leiras.

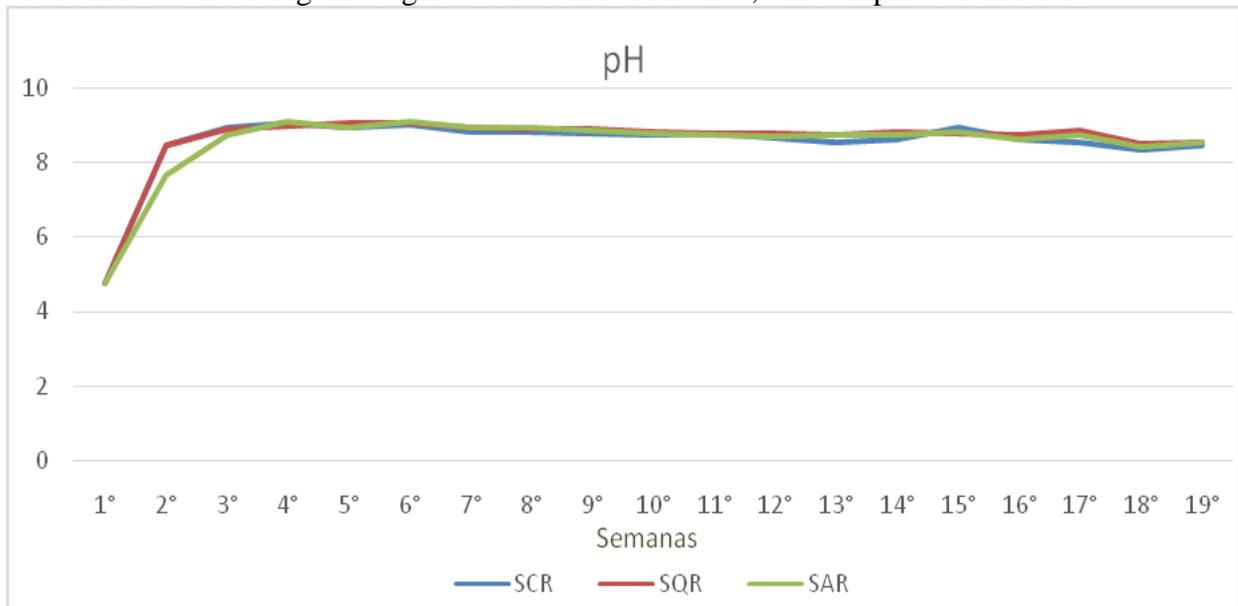
5.3.2 Potencial Hidrogeniônico

Comumente a compostagem aeróbia proporciona a elevação do potencial hidrogeniônico (pH), promovendo no início do processo de decomposição da matéria orgânica, níveis altos desse parâmetro, em virtude à formação de ácidos minerais (BIDONE, 2007).

Nos primeiros dias observou-se em todos os subsistemas (SCR, SAR, SCQ) valores de pH ácido (4,8), característico da fase inicial da compostagem. Ocasão em que ocorre início da colonização dos organismos (NEKLYUDOV *et al.* 2008; SILVA, 2008).

Constatou-se nas duas semanas seguintes, que o pH nos subsistemas apresentaram valores entre 7,6 a 8,9 demonstrando a fase termófila, posteriormente, a fase de maturação tende a elevar, em que o pH varia entre 8,9 a 9,1. O composto produzido ao final do processo de compostagem, indicou pH na faixa entre 8,3 e 8,5 (Figura 5).

Figura 5: Valores médios de potencial hidrogeniônico (pH) dos subsistemas de compostagem dos resíduos sólidos orgânicos gerados no bairro Malvinas, em Campina Grande-PB.



Legenda: SCR: Sistema de concreto retangular; SCQ: Sistema de concreto quadrado; SCA: Sistema de Alumínio retangular.

Segundo Silva (2008) alguns autores afirmam que o pH ácido geralmente com valores entre 4,5 a 5,5 no início da compostagem é proveniente a temperatura ser semelhante a do ambiente e fase de adaptação dos organismos, contudo, em poucos dias esses valores tendem a variar podendo alcançar na faixa de entre 7,5 a 8,0 estabelecendo a fase de maturação, momento este, em que ocorre plena atividade dos organismos, no estágio final da compostagem, o pH permanece 7,5 a 9,0, podendo ser utilizado na recuperação de solos ácidos, porém, níveis superiores a 9,0 podem destruir microrganismos patogênicos, como também pode prejudicar a eficácia do processo, uma vez, que pode eliminar microrganismos fundamentais ao sucesso da compostagem.

Desse modo, Bidone (2007) mostra a importância desse parâmetro para o trabalho dos microrganismos atuantes na transformação biológica da matéria orgânica crua para o estado de matéria orgânica humificada, em que descreve, que as funções dos fungos tais como

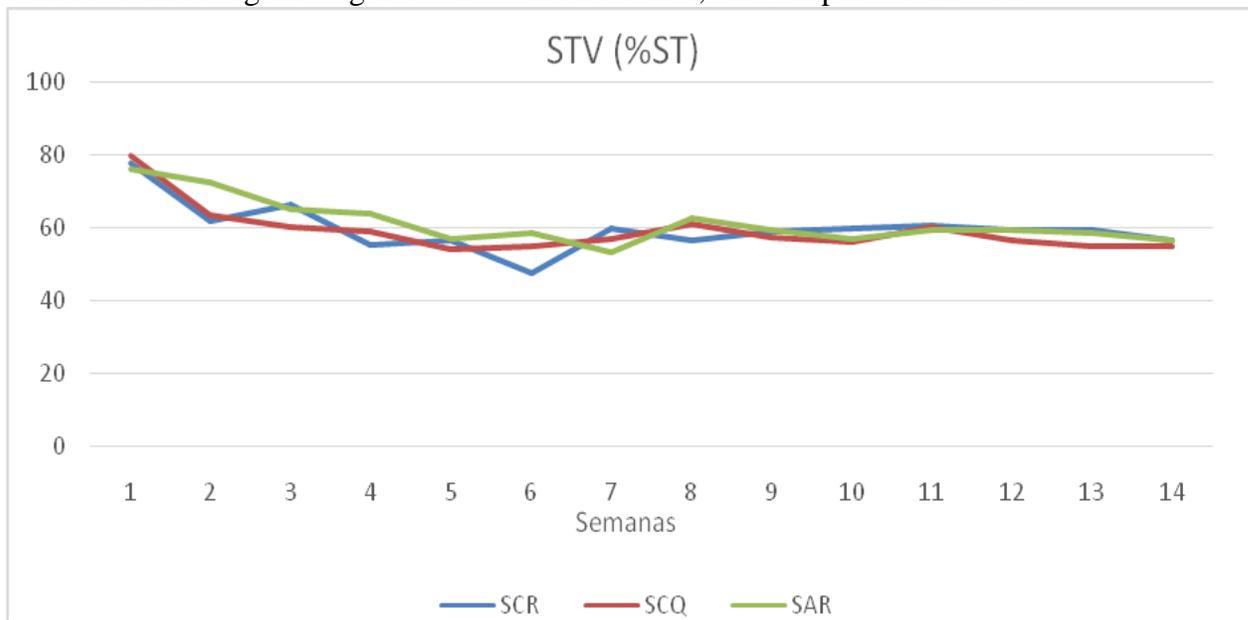
decomposição dos resíduos resistentes de animais e vegetais, bem como, fixar nitrogênio, se desenvolvem em níveis baixos e altos de pH (2 e 9), em níveis baixos de pH os actinomicetos, organismos intermediários entre as bactérias e fungos, são afetados, seu papel é semelhante ao dos fungos, já as bactérias não apresentam resistência a valores de pH, desempenhando funções de decompor a matéria orgânica, originada de fonte animal ou vegetal, propiciar a disponibilidade de nutrientes, agregar partículas no solo, e fixação de nitrogênio.

5.3.3 Sólidos Totais Voláteis – STV

Outro parâmetro que deve ser considerado para análise no processo de compostagem é os níveis de concentração de sólidos totais voláteis (STV), segundo Silva *et al.* (2011a) permitem avaliar a degradação da matéria orgânica e, investigar a velocidade de estabilização do substrato.

Dessa forma, os subsistemas estudados (Figura 6) apresentaram valores médios iniciais de 77,7% (SCR), 63,3% (SCQ) e 76,3% (SAR).

Figura 6: Valores médios de sólidos totais voláteis (STV) dos subsistemas de compostagem dos resíduos sólidos orgânicos gerados no bairro Malvinas, em Campina Grande-PB.



Legenda: SCR: Sistema de concreto retangular; SCQ: Sistema de concreto quadrado; SCA: Sistema de Alumínio retangular.

A aeração constante e as condições ambientais promoveram a redução de sólidos totais voláteis dos sistemas de compostagem, resultando composto em valores médios de 58,6% (SCR), 57,9% (SCQ) e 55,9% (SAR).

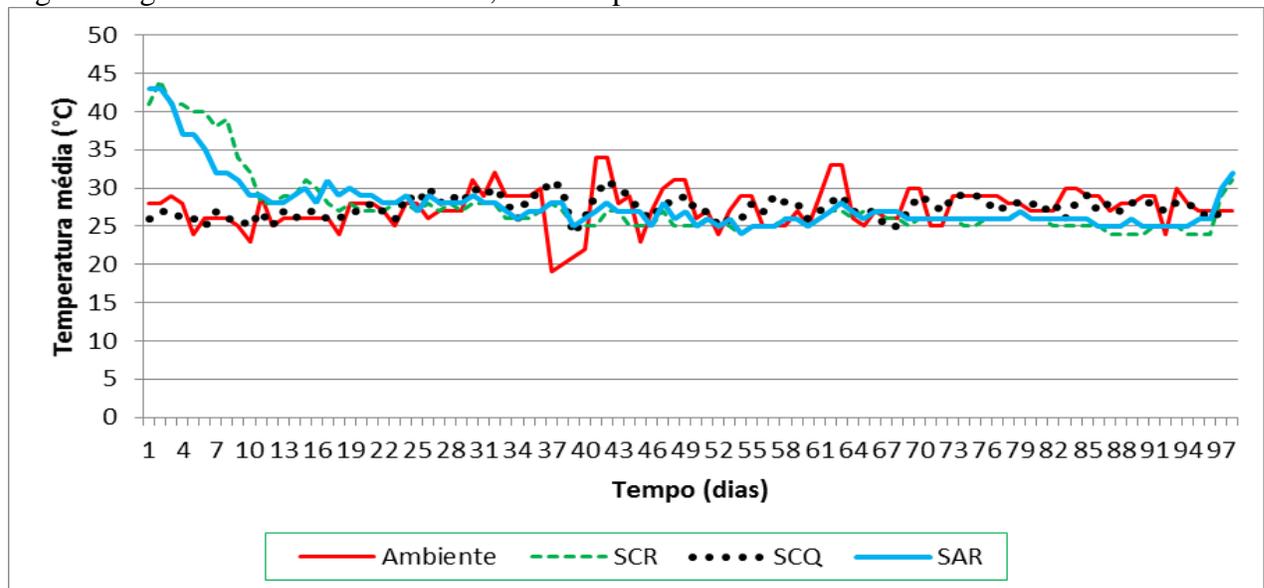
Os níveis de sólidos totais voláteis foram compatíveis com a instrução normativa n° 25 de 2009 do Ministério da agricultura (BRASIL, 2009), contudo, Pereira Neto (1996) considera que os níveis de sólidos totais voláteis tende a atingir um percentual de decaimento de 40% durante o processo de compostagem, recomendados para a estabilização da matéria orgânica.

5.3.4 Temperatura

Durante todo o processo de compostagem a temperatura é um fator variável que indica a eficiência do sistema, tal calor provem da oxidação biológica da matéria orgânica pelos organismos participantes desse processo, do qual realizam metabolismo exotérmico (TEIXEIRA *et al.*, 2005; LEITÃO *et al.*, 2008).

Os subsistemas de compostagem dos resíduos sólidos orgânicos domiciliares atingiram temperatura média entre 25 a 44°C (Figura 7), variaram entre os primeiros 10 dias. O subsistema de concreto retangular (SCR) apresentou os maiores índices, indicando a viabilidade do sistema.

Figura 7: Valores médios da temperatura dos sistemas de compostagem dos resíduos sólidos orgânicos gerados no bairro Malvinas, em Campina Grande-PB.



Legenda: SCR: Sistema de concreto retangular; SCQ: Sistema de concreto quadrado; SCA: Sistema de Alumínio retangular.

O sistema de concreto quadrado, por sua vez, apresentou os valores mais baixos, equiparando a temperatura ambiente. Isso ocorreu, possivelmente, devido à configuração do subsistema de composteiras quadradas não proporcionar condições favoráveis para manter a

temperatura adequada para a ação dos microorganismos. Segundo Gomes (2011), o calor dissipado durante o processo de compostagem depende da taxa de arejamento e o nível de isolamento do sistema. Essa energia despreendida na forma de calor pelos organismos exotérmicos, para Bidone (2007) evidencia o aquecimento natural das leiras na compostagem, e, sobretudo a importância de controlar os valores térmicos, uma vez, que temperaturas muito altas podem destruir a plena atividade desses organismos.

No decorrer da fase termófila foi possível observar a presença de fungos e larvas de dípteros em todos os subsistemas de tratamento. Segundo Silva (2008), os fungos concentraram-se no centro da massa do substrato, em virtude de melhores condições de umidade e de temperatura, favorecendo a colonização destes organismos heterótrofos. De acordo com Bidone (2007) os fungos são responsáveis pela decomposição dos resíduos resistentes, tanto de animais, quanto de vegetais, formação de húmus e fixação do nitrogênio.

Em relação aos mesoinvertebrados, foram visualizados diferentes tipos, no decorrer de todas as fases no processo de compostagem, dentre eles foram identificadas larvas de dípteros, aos quais são indispensáveis à degradação da matéria orgânica. Na fase de maturação, pode-se observar a saída das moscas do sistema, e temperatura com valores equiparados com a temperatura ambiente.

Silva (2008) observou em seu experimento que as moscas não chegaram ao sistema na fase adulta, mas saíram deste, após completar seu ciclo de vida. Isto indica que quando o sistema de compostagem é operado de forma adequada, não atrai insetos.

Na fase de maturação foram encontradas formigas, e ácaros no sistema de compostagem. Os ácaros representam um significativo papel na compostagem, conforme Silva (2008) sua função é de polimento, pois degradam matéria semiestável. Ao final da quarta e última fase verificou-se rara incidência de mesoinvertebrados. Justificável, mediante a redução de matéria orgânica disponível.

A temperatura influencia diretamente na decomposição e estabilização da matéria orgânica. Sobretudo, em níveis elevados e constantes de temperatura promovem a inativação de organismos patogênicos, tais como: ovos de insetos, ovos de helmintos e bactérias (PEREIRA NETO, 1987; LEITÃO *et al.* 2008, SILVA 2008).

Baseando-se na quantidade de resíduos orgânicos que foi recolhida, 270 kg, e a quantidade de composto obtida no final do processo de compostagem, 26,78 kg, compreendendo: pó (16,68 kg) e farelo (10,10 kg), obtendo-se a quantidade de rejeito (15,90 kg), composto em grande parte de caroços de frutas como manga e abacate, e de galhos dos arranjos de flores, que apresentam

uma degradação mais demorada, no entanto, o podem ser usados em uma nova compostagem como estruturantes.

Desse modo, demonstrou a viabilidade do sistema de tratamento de resíduos sólidos orgânicos domiciliares e de flores, uma vez que foi possível alcançar os objetivos propostos da compostagem, sobretudo na mitigação dos impactos negativos ao meio ambiente, pois uma parcela significativa de resíduos orgânicos, que iria ser designada ao aterro sanitário, atualmente, no Distrito de Boa Vista – PB tornou-se adubo orgânico sanitizado, livre de ovos de helmintos.

Além do ponto de vista econômico; pois a compostagem favoreceu maior aproveitamento dos resíduos recicláveis secos coletados pelos catadores de materiais recicláveis da ARENSA (Associação de Catadores de Materiais Recicláveis da Comunidade Nossa Senhora Aparecida). Contribuindo significativamente para a coleta seletiva.

Besen (2010) enfatiza a importância da coleta seletiva na fonte geradora, pois viabiliza o trabalho e renda aos catadores de materiais recicláveis, e aborda outros benefícios a exemplos da valorização dos recursos naturais, e a qualidade do resíduo orgânico encaminhados a compostagem.

A destinação dos resíduos sólidos orgânicos a sistemas de tratamento aeróbios aponta ao caminho da sustentabilidade, pois representa junto com a coleta seletiva, uma rede de utilização dos resíduos sólidos reduzindo o custo total de toda a rede de recolhimento e armazenagem destes resíduos no aterro sanitário.

5.4 Qualidade do composto resultante de sistemas de tratamento aeróbios sólidos orgânicos domiciliares e de flores gerados nas ruas do entorno da Paróquia Jesus Libertador situada no bairro das Malvinas, em Campina Grande-PB.

Ao final do processo de transformação da matéria orgânica em composto dos diferentes subsistemas de tratamento, a partir dos resíduos sólidos orgânicos domiciliares e de flores apresentaram valores estabelecidos pela Instrução Normativa nº 25 de 23 de julho de 2009, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2009).

A Tabela 4, observa-se os valores médios das características físicas, químicas, e sanitárias obtidos do composto resultante, em que apresentaram pH (8,5), teor de umidade (11,6 % a 24%) e STV (55,9% a 58,6%).

De acordo com a caracterização física, química e sanitária do composto resultante dos diferentes subsistemas este, atende a normativa nº 25 do Ministério da Agricultura (BRASIL, 2009).

Para o Teor de umidade a mesma legislação estabelece para fertilizantes orgânicos simples o valor máximo seja de 50%. O composto analisado no presente estudo, não excedeu o teor de 25%, demonstrando estar de acordo com as especificações exigidas pela referida normativa.

Tabela 4: Caracterização física, química e sanitária do composto resultante de sistemas de tratamento aeróbios sólidos orgânicos domiciliares e de flores gerados nas ruas do entorno da Paróquia Jesus Libertador situada no bairro das Malvinas, em Campina Grande-PB.

Parâmetros	SCR	SCQ	SAR	Valores indicados ¹
pH	8,5	8,5	8,5	>6,5
Umidade (%)	17,8	11,6	24,6	<50
STV (ST%)	58,6	57,9	55,9	NE
Ovos de helmintos viáveis (g/ST)	0,0	0,0	0,0	<0,25

Legenda: SCR: Subsistema de concreto retangular; SCQ: Subsistema de concreto quadrado; AR: Subsistema de alumínio e aço inoxidável retangular. NE: não específica. (1): Instrução Normativa nº 25, de 23 de julho de 2009.

No entanto, de acordo com a mesma normativa, o pH apresentou valor superior a 6, demonstrando dessa forma, que as toxinas provavelmente presentes no composto, foram consideravelmente neutralizadas.

Para Medeiros (2006) os organismos integrantes da sucessão ecológica, apresenta determinado nível de suporte para o pH, e indica valores entre 6,5 e 8,0 para fase termófila e 7,5 e 9,0 para mesófila, ideias para o desempenho dos organismos, ocorrendo em todo período de tratamento do sistema de compostagem.

Em análises do composto resultante do processo de compostagem, verificou-se a ausência de ovos de helmintos (0,0 ovos/gST). Certificando-se a qualidade higiênica e eficácia para aplicar o processo de compostagem como alternativa tecnológica de tratamento (SILVA, 2008).

Visto que a quantidade de ovos de helmintos é um parâmetro sanitário, sua leitura funcionou como indicador da qualidade sanitária do composto, o conhecimento desse agente patogênico permite avaliar o potencial, de risco de infecção onde os ovos de helmintos são destaque por causar maior preocupação (FERNANDES; SILVA, 1999), porque possuem alto grau de resistência ao estresse ambiental, a fatores químicos e ambientais, quando se atinge a

inativação dos ovos de *Ascaris*, é provável que os outros tipos de microrganismos como vírus e bactérias foram inativados.

Segundo Diniz Filho *et al.* (2007) a compostagem é um método viável e seguro na transformação de resíduos sólidos orgânicos em compostos estabilizados e higienizados, o que prova que a prática da compostagem é muito importante na melhoria e garantia da fertilidade e vida do solo, além de aumentar a produtividade das culturas, desde a germinação, desenvolvimento até a produção vegetal.

6 CONCLUSÃO

Ao analisar os resíduos sólidos domiciliares produzidos no bairro Malvinas, em Campina Grande-PB, constatou-se que em média são produzidos 0,97 kg de resíduos por habitantes ao dia. Ao considerar a geração da parcela orgânica coletada (64%) e a qualidade do material produzido (3,2 ovos de helmintos/gST), verificou-se a necessidade de tratamento e destinação adequada.

Nessa perspectiva, o sistema experimental de compostagem mostrou-se uma alternativa adequada e indispensável para o tratamento de resíduos sólidos orgânicos, uma vez que, promoveu a estabilização e higienização do composto final de forma efetiva e de baixo custo (0,0 ovos de helmintos/gST).

O processo de Educação Ambiental aplicado aos moradores do bairro Malvinas, em Campina Grande-PB, proporcionou vários impactos positivos: análise da quantidade, qualidade e composição dos resíduos sólidos gerados no bairro Malvinas; separação prévia dos resíduos sólidos na fonte geradora; sensibilização e mobilização da comunidade; identificação e exposição da realidade acerca da problemática ambiental no bairro; inclusão dos catadores de materiais recicláveis associados à ARENSA; contribuiu para o envolvimento e o espírito solidário da população; minimizou os danos ao meio ambiente e a saúde humana; favoreceu a redução da quantidade de resíduos orgânicos encaminhada ao aterro sanitário; colaborou para a obtenção de composto sanitizado dentro dos padrões estabelecido na legislação pertinente; proporcionou a transformação de material com potencial contaminante em composto higienizado e estável para utilização em hortas, agricultura e jardinagem; mostrou a viabilidade de sistemas de composteiras móveis para o tratamento descentralizado dos resíduos orgânicos; e despertou para a quantidade de ovos de helmintos contida em resíduos sólidos orgânicos domiciliares, de folhas e de flores geradas em comunidades eclesiais de base, revelando que estes resíduos requerem tratamento antes de sua disposição final.

Portanto, foram proporcionados impactos positivos à saúde ambiental e humana, justificando os investimentos na gestão integrada de resíduos sólidos. Embora, para a maior eficácia e participação de toda comunidade, requer a instalação em escala real do sistema de tratamento móvel e descentralizado e o processo contínuo em Educação Ambiental, para superar os desafios enfrentados e alcançar os princípios da corresponsabilidade e sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

ABDOLI, M.A.; FALAHZAD, M; BEHBOUDIAN, S. Multivariate econometric approach for solid waste generation modeling: Impacto of climate factors. **Environmental Engineering Science**.v.28,n.9,March,2011.Disponível em:http://www.periodicos.capes.gov.br/ez15.periodicos.capes.gov.br/index.php?option=com_pmetabusca>. Acesso em: 15 jul. 2015.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR 10004. **Resíduos Sólidos- Classificação**. 2004. 77p.

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2014**, São Paulo, 2015. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2014.pdf>>. Acesso em 13 fev. 2016.

ADEDIPE N. O. et al. Waste management, processing, and detoxification. In: CHOPRA, K.et al. (Ed.) **Millennium Ecosystems Assessment**. Ecosystems and Human Well-Being:Policy Responses: findings of the Responses Working Group. Washington, DC: Island Press,2005. v.3, p.313-34.

ALBUQUERQUE, B. P. de. **As relações entre o homem e a natureza e a crise sócio-ambiental**. Rio de Janeiro, RJ. Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio: Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), 2007. Disponível em: <http://WWW.epsjv.fiocruz.br/upload/monografia/13.pdf>>. Acesso em: 10 set 2015.

ALEXANDRINO, D. F. L; FERREIRA, M. E. C.; LIMA, C. L.; MAKKAI, L. F. C. Proposta de inclusão social e melhoria da qualidade de vida e saúde dos catadores e catadoras de materiais recicláveis de Viçosa - MG através da atividade física. **Fit Perf J.**, v. 8, n. 2, p.115-22, mar/abr 2009.

ALMEIDA, J. R; ELIAS, E. T; MAGALHÃES, M. A; VIEIRA, A. J. D. Efeito da idade sobre a qualidade de vida e saúde dos catadores de materiais recicláveis de uma associação em Governador Valadares, Minas Gerais, Brasil. **Ciência e saúde coletiva**, v.14, n.6, p.2169-2180, Rio de Janeiro, 2009.

(APHA) American Public Health Association, (AWWA) American Water Works Association, Water Environment Federation (WEF). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20.Ed. Washington D.C, 1998. 936p.

ARAÚJO, E. C. dos S. **Avaliação das Estratégias Aplicadas a Gestão Integrada de Resíduos Sólidos no bairro Malvinas, Campina Grande-PB.** 2016. 100 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual da Paraíba. Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. 2016.

ARAÚJO, N. C. de; QUEIROZ, A. J. P.; GUIMARAES, P. L. F.; GOMES, A. A. Gravimetria e abordagem econômica dos resíduos sólidos urbanos do município de Barra de São Miguel – Paraíba. **Rev. Ele. em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental.** Santa Maria. V. 19, n. 3, p. 67-72, set - dez. 2015.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT . NBR 10007. **Amostragem de resíduos sólidos.** 2004.25p.

BARREIRA, L. P.; PHILIPPI JR., A.; RODRIGUES, M. S. Usinas de compostagem do Estado de São Paulo: qualidade dos compostos e processos de produção. **Rev. Eng. Sanit. Ambient.** Rio de Janeiro-RJ. v. 11, n 4, p.385-395,out.- dez. 2006.

BESEN. G.R *et al.* Resíduos sólidos:Vulnerabilidades e perspectivas. In: SALDIVA. P.*et al.* **Meio ambiente e saúde** . O desafio das metrópoles. São Paulo: Ex Libris, 2010.

BIDONE, F.R.A; POVINELLI, J. Conceitos básicos de resíduos sólidos. São Carlos: EESC/USP, Projeto Reenge. 1999. 120 p.

BIDONE, R. F. **Tratamento de lixiviado de aterro sanitário por um sistema composto por filtros anaeróbios seguidos de banhados construídos: Estudo de caso – Central de resíduos do recreio, em Minas do Leão/RS.** 2007. 168f. Dissertação (Pós-Graduação e Área de Concentração em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. 2007.

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: 15 ago. 2014.

BISPO, A. L. **Educação Ambiental na Formação dos Líderes Comunitários: Um instrumento de inserção da temática ambiental na Comunidade do Bairro das Malvinas em Campina Grande – PB.** 2013. 47f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual da Paraíba. Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. 2013.

BITTENCOURT, G. A. **Sistema de estabilização de dejetos e cama de bovinos de leite por compostagem**. 2015. 66 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental e Sanitária) – Universidade Federal de Pelotas. 2015.

BOFF, L. **Ecologia: gritos da terra, grito dos pobres**. Rio de Janeiro: Sextante, 2004.

BRASIL. **A separação dos resíduos recicláveis**. Decreto 5.940/2006. Brasília-DF, 2006. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Decreto/D5940.htm>. Acesso em: 09 fev. 2016.

_____. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Editora. Brasília: Senado, 1988. 168p.

_____. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE**, 2014. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 10 set. 2015.

_____. **Instrução Normativa N° 23/2005**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília-DF: Diário Oficial da União, Seção 1,31 de agosto de 2005.

_____. **Instrução Normativa N° 25, de 23 de julho de 2009**. Aprova as Normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura. Brasília-DF: Ministério da Agricultura, 23 de julho de 2009.

_____. **Ministério do Meio Ambiente**. Brasília, 2014. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/catadores-de-materiais-reciclaveis/reciclagem-e-reaproveitamento>> Acesso em: 20 out. 2014.

_____. **Política Nacional de resíduos sólidos**. Lei 12305/2010. Brasília-DF, 2010. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 20 out. 2014.

_____. **Portaria n° 25**, de 15 de outubro de 2001. Altera a Norma Regulamentadora que trata de Equipamento de Proteção Individual – NR 6. Disponível em: http://www.trabalhoseguro.com/Portarias/port_25_2001_altera_nr6.html>. Acesso em: 22 ago 2015.

_____ **Resolução 001/1986 do CONAMA.** Estabelece definições, responsabilidades, critérios básicos e as diretrizes gerais para implementação da Avaliação de Impacto Ambiental. Brasília-DF: CONAMA, 23 de janeiro de 1986.

_____ **Resolução 275/2001 do CONAMA.** Estabelece código de cores para diferentes coletores e transportadores. Brasília-DF: CONAMA, 25 de abril de 2001.

_____ **Resolução 375/2006 do CONAMA.** Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgotos gerados em estações de tratamento e seus produtos derivados. Brasília-DF: CONAMA, 29 de agosto de 2006.

_____ **Saneamento básico.** Lei 11.445 de 5 de janeiro de 2007. Brasília, 2007.

BÜTTENBENDER, S. E. Avaliação da compostagem da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos provenientes da coleta seletiva realizada no município de Angelita/SC. Florianópolis, 2004. 141f. **Dissertação** (Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina.

CASTILHOS, A. B. J.; RAMOS, N. F.; ALVES, C. M.; FORCELLINI, F. A.; GRACIOLLI, O. D. Catadores de materiais recicláveis: análise das condições de trabalho e infraestrutura operacional no Sul, Sudeste e Nordeste do Brasil. **Ciência e Saúde coletiva**, v. 18, n° 11. Rio de Janeiro – RJ. Nov. 2013.

CAVALCANTE, L. P. S. **Influência da organização de catadores de materiais recicláveis em associação para melhoria da saúde e minimização de impactos socioambientais.** 2011. 105 f. il.: Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde.

CAVALCANTE, L. P. S.; ALENCAR, L. D.; BARBOSA, E. M. Conflitos socioambientais e catadores de materiais recicláveis informais: estudo de caso em Campina Grande/PB. **Revista Polêmica**, v. 13, n:1, 2014.

CAVALCANTE, L. P. S.; BATISTA, F. G. A.; LIMA, V. L. A.; SILVA, M. M. P. Riscos biológicos que estão submetidos catadores de materiais recicláveis informais e organizados em associação, em campina grande – PB. In CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 28°, 2015, Rio de Janeiro. **Anais.** Rio de Janeiro-RJ: ABES, 2015.p 4-8.

CAVALCANTE, L. P. S.; SILVA, M. M. P.; LIMA, V. L. A.; PEQUENO, M. G. C. Riscos ambientais que estão submetidos catadores de materiais recicláveis associados e informais, Campina Grande- PB. In: XI Seminário Nacional de Resíduos Sólidos. **Anais**. Porto Alegre: ABES. 2009.p.1-11.

CAVALCANTE, L. P. S.; SOUSA, R. T. M.; MAIA, H. J. L.; RIBEIRO, L. A.; SILVA, M. M. P. Impactos positivos decorrentes do processo de sensibilização, formação e mobilização de catadores de materiais recicláveis de um bairro de Campina Grande - PB, de 2008 a 2012. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. **Anais...** Goiânia – GO, 2012.

CAVALCANTI NETO, A. L. G.; RÊGO, A. R. F.; LIRA, A.; ARCANJO; J. G.I; OLIVEIRA, M. M. Consciência Ambiental e os Catadores de Lixo do Lixão da Cidade do 81 Carpina - PE. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**. v. 19, n. 1, p.1517-1256, jul/dez., 2007.

CBO. **Classificação Brasileira de Ocupações**. 3. ed. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), Secretaria de Políticas Públicas de Emprego (SPPE), v. 3 828 P.

CERRI, C. E. P. et al. **Compostagem**, USP:ESALQ. Piracicaba, 2008.

CORDEIRO, N. M. **Compostagem de Resíduos Verdes e Avaliação da Qualidade dos Compostos Obtidos - Caso de Estudo da Algar S.A.** 2010. 102f. Dissertação (mestrado)- Instituto Superior de Agronomia. Lisboa.

COSTA, F.X.; LUCENA, A.M.A.; TRESENA, N.L.; GUIMARÃES, F.S.; GUIMARÃES, M.M.B.; SILVA, M.M.P.; GUERRA, H.O.C. Estudo qualitativo e quantitativo dos resíduos sólidos do Campus I da Universidade Estadual da Paraíba. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 4, n. 2, p. 1-10, julho 2004.

COSTA, M. P. **Viabilização do exercício profissional de Catadores e Catadoras de materiais recicláveis que atuam no Bairro das Malvinas, em Campina Grande-PB.** 2014.81 f. Trabalho de Conclusão de Curso de graduação (Curso de graduação em licenciatura em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande - PB, 2014.

COSTA, M. S. S. M et al. Compostagem de resíduos sólidos de frigorífico. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, v.13, n.1, p.100–107, 2009.

DIAZ, L. F.; BERTOLDI, M.; BIDLINGMAIER, w; STENTIFORD, E. **Compost science and technologi**. Waste management: Elsevier, v.8, 2007.357p.

DINZ FILHO, E. T.; MESQUITA, A. L. X.; OLIVEIRA, A. M.; NUNES, C. G. F.; LIRA, J. F. B. A prática da compostagem no manejo sustentável de solos. **Revista Verde**, Mossoró, v.2, n2, p. 27-36, Jul. – Dez. 2007.

FAGGIONATO, S. **Percepção ambiental**. 2005. Disponível em:< <http://educar.sc.usp.br>>. Acesso em: 20 out. 2014.

FARIAS, M. M. S. **Estratégias em Educação Ambiental para diferentes atores sociais do município de Cabaceiras-PB: uma contribuição ao Plano municipal de resíduos sólidos**. 2013. 88f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2013.

FELIX, Rozeli Aparecida Zanon. “Coleta seletiva em ambiente escolar”. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, Botucatu/SP, v. 18, p. 56-71 jan.- jun. 2007.

FERNANDES, F.; SILVA, S. M. C. P. **Manual prático para compostagem de biossólidos**. Edição FINEP: PROSAB, Rio de Janeiro. 1999.

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

FREITAS, A. S. A. de. **A Política Nacional de Resíduos Sólidos e a responsabilidade ambiental**. In: Ambito Jurídico, Rio Grande, XIII, n. 82, Nov 2010. Disponível em: <http://www.ambito-juridico.com.br/site/index.php?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=8617>. Acesso em 06 fev. 2016.

GADELHA, A. J. F.; ROCHA, C. O.; RIBEIRO, G. N.; BARROS, D. F. Modelos de Gestão e Tratamento de Resíduos Sólidos. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental – REBAGA**. Mossoró – RN, v. 2, p. 60-100, 2008.

GOMES, Ana Patrícia de Oliveira. **Monitorização de uma instalação laboratorial de compostagem**. 2011. 77f. Dissertação (Mestrado integrado em engenharia química) – Universidade de Coimbra, 2011.

GONZALES, L. T. V.; REIS, M. F. de C. T; DINIZ, R. E. da S. Educação ambiental na comunidade: uma proposta de pesquisa – ação. **Rev. eletrônica Mestr. Educ. Ambiental**, vol. 18, p. 379 – 398. Janeiro a junho, 2007.

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

GUIDONI, L. L. C; BITTENCOURT, G.; MARQUES, R. V.; CORREA, L. B.; CORREA, E. K. Compostagem domiciliar: implantação e avaliação do processo. **Revista Tecnológicas**, 2013, v. 17, n.1,44p.

HERBETS, R. A.; COELHO, C. R. A.; MILETTI, L. C.; MENDONÇA, M. M. Compostagem de resíduos sólidos orgânicos: aspectos biotecnológicos. **Revista Saúde e Ambiente**, Joinville-SC, v.10, n.2, p.41-50, Abril, 2006.

JACOBI, P.R.; BESEN, G.R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Revista Estudos Avançados**, v. 25, n. 71, p. 135-158, jan. - abr. 2011.

JACOBI, P. Educação Ambiental, cidadania e sustentabilidade. *Cadernos de Pesquisa*, n. 118, p. 189 – 205, março / 2003.

JUSTINO, E. D.; CAVALCANTE, L. P. S.; SOUZA, D. M.; SILVA, E. H.; SILVA, M. M. P. Avaliação dos impactos sobre a percepção ambiental dos diferentes atores sociais provocados pelo curso de agentes multiplicadores em Educação Ambiental, Campina Grande – PB. In: III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. **Anais...** Goiânia/GO, 2012a.

JUSTINO, E. D.; SILVA, P. A.; SOUSA, R. K. S.; RIBEIRO, V. V.; SILVA, M. M. P. Sensibilização, formação e mobilização de diferentes segmentos sociais para implantação da coleta seletiva em um bairro de Campina Grande – PB; uma contribuição à gestão integrada de resíduos sólidos. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental. **Anais...** Goiânia – GO, 2012b.

KLUNDER, A. et al. *Concept of ISWM*. Gouda: Waste, 2001.

LANGE, L. C; CUSSIOL, N. A. M. Avaliação da sustentabilidade técnica e ambiental de aterros sanitários como método de tratamento e de disposição final de resíduos de serviços de saúde. **2º Caderno de Pesquisa em Engenharia de Saúde Pública**. Brasília: FUNASA, p. 43-71, 2007.

LEITÃO, V. de P. M.; MOTA, S.; SILVA, J. C. da C.; LIMA, C. R. de; SILVA, L. A. da. Análise da Temperatura na produção de composto orgânico de folhas de cajueiro e de mangueira. In XIII Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2008, Belém. **Anais...** Belém: ABES, 2008.

LEITE, T. DE A.. **Compostagem Termofílica de Lodo de Esgoto: Higienização e Produção de Biossólido para Uso Agrícola**. 2015. 186f. Dissertação. (Mestrado) Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo.

LIMA JUNIOR, R. G. de S. **Estratégias de compostagem como pré-tratamento de resíduos sólidos orgânicos**. Tese (Doutorado). UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia Civil, 2015.

LOUREIRO, C. F.B.; TREIN, E.; REIS, M.F.C.T.; NOVICKI, V. Contribuições da Teoria Marxista para Educação Ambiental Crítica. **Caderno Cedes**, Campinas-SP, v.29, n.77, p. 81- 97, jan. – abr. 2009.

LUSTIGMAN,S.;PRICHARD,R.K.;GAZZINELLI,A.;GRANT, W.N.;BOATIN, B.A.;McCARTHY, J.S.; BASÁÑEZ, M.G. A Research Agenda for HelminthDiseasesofHumans: The ProblemofHelminthiases. **PLoSNeglTropDis**, Charles D. Mackenzie, Michigan StateUniversity, United StatesofAmerica, v.6, n.4, 2012.

MAIA, H. J. **Gestão integrada de resíduos sólidos para geração de renda e valorização de catadores de matérias recicláveis organizados em associação, Campina Grande – PB**. 2013. 85f. Dissertação (Mestrado em recursos naturais) Universidade Federal da Paraíba – Centro de Tecnologia e recursos naturais.

MALSAKOVA, Y. Y. Influence of root system of flowering plants on development and preservation of *Toxocara canis* eggs (WERNER, 1782). **Russian Journal of Parasitology releases**, 4 quarters, issue 2014.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

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

MEDEIROS, Â. C. Análise do processo de compostagem de resíduos sólidos orgânicos produzidos em uma escola pública municipal de Campina Grande/PB. **Relatório final**. (Programa institucional de bolsas de iniciação científica- PIBIC/CNPq/UEPB), Campina Grande-PB: PIBIC/CNPq/UEPB, 2006.

MENDOZA, H. V.; RODRIGUEZ, E. A.; VASCONCELOS, E. M.; MOYA, A. F. C. Situación de la separación de residuos sólidos urbanos en Santiago, Nuevo León, México. **Ciencia Uanl**. v. XIII,n.3,julio- septiembre2010. Disponível em: <<http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=40215495007>>. Acesso em: 20 ago. 2014.

MENEZES, R. A. de O. **Caracterização epidemiológica das enteroparasitoses evidenciadas na população atendida na unidade básica de saúde Congós no município de Macapá-Amapá**. 2013. 160f. Dissertação (Mestrado) Fundação Universidade Federal do Amapá, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, 2013.

MEYER, K. B.; MILLER, K. D.; KANESHIRO, S. Recovery of Ascaris eggs from sludge. **Journal of Parasitology**. The American Society of Parasitologist, v. 64, n.2. p.380-383, 1978.

MONTEIRO, J. H. P. et al. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Administração Municipal, 2001.

NASCIMENTO, C. R. ; SANTOS, A. A. . Educação Ambiental para a Formação do Cidadão Socioambientalmente Crítico. In: II **Congresso** Nacional de Educação Ambiental & IV Encontro Nordeste 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.

NASCIMENTO, C. R. **Sistema de Tratamento Descentralizado de Resíduos Sólidos Orgânicos no Bairro Malvinas, Campina Grande-PB**. 2015. 110f. Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual da Paraíba, PPCTA, 2015.

NEKLYUDOV, A.D.; FEDOTOV, G.N.; IVANKIN, A.N. Intensification of composting processes by aerobic microorganisms: a review. **Applied Biochemistry and Microbiology**. v.44, n.1, p.6-18, 2008.

NOGUEIRA, J. O. C. Compostagem como prática de valorização dos resíduos alimentares com foco interdisciplinar na educação ambiental. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. v. 3, n. 3, p. 316-325. ISSN 2236-1170. 2011

ODUM, E.; BARRET, G. W. **Fundamentos da ecologia**. 5. ed. São Paulo: Thomson Learning, 2007. 612 p.

OGUNWANDE, G.A.; OSUNADE, J.A.; ADEKALU, K.O.; OGUNJIMI, L. A. O. Nitrogen loss in chicken litter compost as affected by carbon to nitrogen ratio 206 and turning frequency. **Bioresource Technology**. v. 99, p. 7495-7503, November de 2008.

OLIVEIRA, A. G.; SOARES, L. P.; OLIVEIRA, S. C. A.; CARDOSO, C. A.; SILVA, M. M. P.; LEITE, V. D. Avaliação quantitativa e qualitativa de resíduos sólidos orgânicos domiciliares produzidos em Campina Grande – PB, 2010. **Anais**, In: 62º Reunião Anual da SBPC. Ciências do mar: herança para o futuro. 2010.

OLIVEIRA, A. da S.; MAULAIS, A. dos S.; DELARIVA, R. L.. Educação ambiental e gestão de resíduos sólidos em um ambiente universitário: Estudo de caso do CESUMAR, Maringá – PR. V Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação Científica. 26 a 29 de outubro de 2010.

OLIVEIRA, I. S. SILVA, M. M. P. Educação Ambiental em comunidade eclesial de base na cidade de Campina Grande: Contribuindo para o progresso de mobilização social. **Revista eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, Rio Grande do Sul, v.18, p. 212-231, 2007. ISSN 1517-1256.

OLIVEIRA, M. F. **Identificação e caracterização de actinomicetos isolados de processo de compostagem**. Porto Alegre, RS. 2003. 130f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola e do Ambiente). Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRS.

OLIVEIRA, S. **Compostagem: Vermicompostagem**. Apostila elaborada para o Curso de Zootecnia da UNESP/FCA – Departamento de Recursos Naturais - Campus de Botucatu/SP – Brasil.2001. Disponível em: <<http://docslide.com.br/documents/compostagem-vermicompostagem.html>>. Acesso em: 10 jul 2015.

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.

PENELUC, M. C.; SILVA, S. A. H. Educação ambiental aplicada à gestão de resíduos sólidos: análise física e das representações sociais. **Revista Faced**, Bahia, n. 13, p. 149-165 ISSN 1980-6620. , jan.- jun, 2008.

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

_____ On the Treatment of Municipal Refuse and Sewage Sludge Using Aerated Static Pile Composting - a Low Technology Approach. PhD These The University of Leeds, UK. P 376, 1987.

PEREIRA NETO, J. T.; LELIS, M. P. N. A contaminação biológica na compostagem. In 21º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Anais**. João Pessoa-PB: ABES 2001.

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.

PORTO, M. F. S.; JUNCA, D. C. M.; GONÇALVES, R. S.; FILHOTE, M. I. F.. Lixo, trabalho e saúde: um estudo de caso com catadores em um aterro metropolitano no Rio de Janeiro, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, v.20,n.6,Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <<http://www.scielosp.org/scielo>>. Acesso em 23 out. 2015.

RATHI, S. Optimization model for integrated municipal solid waste management in Mumbai, India. **Environment and Development Economics**. v.12, n.1, fev. 2007. Disponível em: <<http://journals.cambridge.org.ez15.periodicos.capes.gov.br/action/displayFulltext?type=1&fid=672300&jid=EDE&volumeId=12&issueId=01&aid=672296>>. Acesso em: 02 jul. 2015.

REQUE, L. G. R.. **Incorporação de Meios de Cultivo Microbiológico em Compostagem**. 2013. 58f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Processos Ambientais) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Departamento de Química e Biologia.

RIBEIRO, L. A.; SILVA, M. M. P.; LEITE, V. D.; SILVA, H. Educação Ambiental com instrumento de organização de catadores de materiais recicláveis na comunidade Nossa Senhora Aparecida, Campina Grande – PB. **Revista de Biologia e Farmácia**, v. 5, n. 2, 2011.

ROSA, L. G.; SILVA, M. M. P. Educação Ambiental; Percepção de educadores de uma escola de formação pedagógica. In: VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, **Anais...** Vitória – Espírito Santo, 2002.

RUSSO, M. A. T. **Tratamento de resíduos sólidos**. 2003. 196 f. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Ciência e Tecnologia - Departamento de Engenharia Civil) - Universidade de Coimbra.

SABINO, S. N. **Formação em Educação Ambiental de líderes comunitários para implantação de coleta seletiva em escala piloto no bairro Malvinas, em Campina Grande-PB**. 2016. 95f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual da Paraíba.

SANCHEZ, E. Catador x Agente ambiental. **Revista Limpeza Pública**. São Paulo, n. 60, mar. 2003.

SANTOS, H. M. N. dos. **Educação Ambiental por meio da compostagem de resíduos sólidos orgânicos em escolas públicas de Araguari**. 2007. 160 f.. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Graduação em Engenharia Civil. 2007.

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.

SCHALCH, V. LEITE, W.C.A.; JUNIOR, J.L.F.; CASTRO, M.C.A.A.; **Gestão e Gerenciamento dos Resíduos Sólidos**. São Carlos: USP, 2002.1 p. Dissertação de Mestrado (Departamento de Hidráulica e Saneamento). Universidade de São Paulo, São Carlos, 2002.

SESUMA-Plano Municipal de gestão integrada de resíduos sólidos do município de Campina Grande- PB,. Paraíba, 2014. Disponível em: <http://sesuma.org.br/plano-de-gestao-de-residuos-solidos/>> Acesso em: 23 out. 2014.

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, E.H; SILVA, M.A; NASCIMENTO. J.M; JUSTINO. E.D, SILVA, M.M.P. **Acondicionamento e destinação final dos resíduos sólidos de serviço de saúde gerados pelos portadores de diabetes mellitus, num bairro de Campina Grande-PB.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL 3.2012. Goiânia: ABES. 19 a 22 de novembro de 2012b.

SILVA, Eliane Henrique, ALMEIDA e SILVA, Priscila; SOUZA, Maria Aparecida; NASCIMENTO, Jaqueline Misael; SILVA, Monica Maria Pereira. Resíduos de serviços de saúde produzidos em residências, campina grande-pb. **Anais. XII SIBESA- Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental.** Natal-RN: ABES, 19 a 21 de maio de 2014.

SILVA, M. M. P. Alternativas tecnológicas para viabilização do exercício profissional e inclusão social de catadores de materiais recicláveis – Universal CNPq 14/2011 Faixa B. **Relatório final** (Projeto apresentado ao programa de Iniciação Científica cota 2014/2015) – Universidade Estadual da Paraíba, 2015.

SILVA, M. M. P. Educação Ambiental através da extensão universitária: transformando vidas humanas. In: CARNEIRO, M. A. B.; SOUZA, M. L. G. Extensão Universitária, desenvolvimento regional, políticas públicas e cidadania. Editora Universitária da UEPB. Ed. Realize, p. 159-188. Campina Grande – PB. UEPB, 2012.

SILVA, M. M. P. Instrumentos de pesquisas em Educação Ambiental: sensibilização, educação, pesquisa, ação, transformação. 2002, Vitória. **Anais...** In: VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Vitória – Espírito Santo, 2002.

SILVA, M. M. P. Sensibilização e formação em Educação Ambiental. Manual teórico metodológico de educação ambiental. Campina Grande – PB. Junho de 2014.

SILVA, M. M. P. **Tratamento de lodos de tanques sépticos por co-compostagem para os municípios do semi-árido paraibano:** alternativas para mitigação de impactos ambientais. 2008. 220f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais). Campina Grande-PB: UFCG, 2008.

SILVA, M. M. P.; LEITE, V. D. Estratégias para realização de educação ambiental em Escolas do ensino fundamental. **Revista Eletrônica Mestrado de Educação Ambiental.** ISSN 1517-1256, v. 20, Janeiro a junho de 2008.

SILVA, M. M. P.; LEITE, V. D.; CAVALCANTE, L. P. S.; CLEMENTINO, A. S. G.; OLIVEIRA, A. G. Educação ambiental para organização e reconhecimento de catadores de materiais recicláveis em Campina Grande-PB. In: V Semana de Extensão da UEPB: Desenvolvimento Regional, Políticas Públicas e Identidades, 2010, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Realize, 19 a 22 de Outubro de 2010b.

SILVA, M. M. P.; OLIVEIRA, S. C. A.; OLIVEIRA, A. G.; SOARES, L. M. P.; RIBEIRO, V. V. Sensibilização e formação para empoderamento de tecnologia de resíduos sólidos 79 orgânicos domiciliares em Santa Rosa, Campina Grande – PB. In: 26º Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental. Porto Alegre – RS: **Anais...** Porto Alegre: ABES, 25 a 29 de setembro de 2011b.

SILVA, M. M. P.; RIBEIRO, L. A.; CAVALCANTE, L. P. S.; OLIVEIRA, A. G. de; SOUZA, R. T. M. de; OLIVEIRA, J. V. de. Quando educação faz diferença, vidas são transformadas. **Revista eletrônica Mestrado em Educação Ambiental**, v. 28, janeiro a junho de 2012 a.

SILVA, M. M. P.; SOUSA, J. T.; CEBALLOS, B. S. O.; ARAUJO, E. A.; LEITE, V. D. Mesoinvertebrados que atuam em diferentes fases da compostagem de lodos de tanques sépticos coletivos e resíduos sólidos orgânicos domiciliares. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Anais**. Porto Alegre: ABES, 2011c.

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.; 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 2011a.

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, n.2, p.87-92, n.2, ab.- jun. de 2010a.

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 dezembro 2009.

SILVA, Monica Maria Pereira da; AURINO, Ana Nívea Batista; SOUSA, Danielle Araújo; FRANCO, Josileide Marques Benício; MEDEIROS, Ângela Carolina de. Educação para gestão ambiental nas instituições da educação básica. In 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Anais..** Campo Grande – MS, set.2005.

SILVA, Monica Maria Pereira. **Educação Ambiental: Conceitos, Objetivos, Princípios e Estratégias.** Campina Grande, 2000. In: Curso de Agentes Multiplicadores em Educação Ambiental, Campina Grande-PB: UEPB, julho de 2009.

SILVA, Monica Maria Pereira. Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável; Refletindo Conceitos. Curso de Agentes Multiplicadores em Educação Ambiental. Fase II. Projeto de Extensão Vinculado á Pro – Reitoria de Extensão e Assuntos Comunitários. Campina Grande, 2010.

SIQUEIRA, M. M.; MORAES, M. S. Saúde coletiva, resíduos sólidos urbanos e os catadores de lixo. **Revista Ciência & Saúde Coletiva.** V.14, n. 6, 2, p. 2115- 2122, 2009.

SOARES, Liliane Gadelha da Costa; SALGUEIRO, Alexandra Amorim; GAZINEU, Maria Helena Paranhos. Educação ambiental aplicada aos resíduos sólidos na cidade de Olinda, Pernambuco – um estudo de caso. **Revista Centro de Ciência e Tecnologia.** v 1. n. 1. Julho a dezembro de 2007.

SOUZA, Daniella Marques. **Influência de cobertura no desempenho de sistema de tratamento de resíduos sólidos orgânicos domiciliares instalado em Campina Grande – PB.** 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas). CCBS/ UEPB, Campina Grande- PB, 67p.

SOUZA, M. A. **Análise das Políticas Públicas Voltadas Para Catadores (as) de Materiais Recicláveis que Trabalham de Forma Organizada em Campina Grande-PB.** 2015. 134f. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais). CTRN/UFCG, Campina Grande-PB, 134p.

SOUZA, Raylda Karla Soares de. **Avaliação de estratégias em educação ambiental para a gestão integrada de resíduos sólidos domiciliares em um bairro de Campina Grande – PB.** 2011. 80 f Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas). CCBS/ UEPB, Campina Grande- PB.

TEXEIRA, L. B; GERMANO, V. L.C; OLIVEIRA, R.F; FURLAN. JR.J. Processo de Compostagem Usando Resíduos das Agroindustrias 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: 25 jun. 2015.

THIOLLENT, M., SILVA, G. O. Metodologia da pesquisa ação na área de gestão de problemas ambientais. **Revista Eletrônica de Com. Inf. Inov. Saúde**, Rio de Janeiro – RJ, v. 1, n° 1, p. 93-100, 2007.

TRISTÃO. M. As dimensões e desafios da Educação Ambiental na sociedade do conhecimento. In. Ruscheinsky, **Educação Ambiental: Abordagens múltiplas**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

UNESCO – Organização das nações unidas para a educação, à ciência e a cultura. **Educação ambiental, situação espanhola e estratégia internacional**. In: Congresso internacional unesco/pnuma sobre la educacion y la formacion ambientales, Moscou: DGMA-MOPU, 1987. v.44, n.1, p.6-18, 2008.

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.

VIANA, Ednilson. **Caracterização de resíduos sólidos: uma abordagem metodológica e propositiva**. Editora: Biblioteca 24 horas, 2015.

VIEIRA, Luiz Alberto; MORMUL, Roger Paulo; PRESSINATTE JUNIOR, Sidnei. Identificação das Condições de Manejo de Resíduos Sólidos Domiciliares pela Comunidade Estudantil de Campo Mourão – PR. **Rev. Saúde e Biol.**, v. 2, n. 2, p. 28-36, 2007.

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**. v. 8, n. 1, p. 93 – 108, Maio 2008. Disponível em:<<http://www.scholar.google.com.br>>. Acesso em: 12 set 2015.

WEBER, Louise, Lopes; CASTANHEIRA, Nelson Pereira. **Aspectos da Sustentabilidade: Destino dado aos Resíduos Graxos Advindos do Processo de Fritura e a Conscientização Social**. Organização Paranaense de Educação Técnica Ltda. 2011. Disponível em: <http://www.convibra.com.br/upload/paper/adm/adm_3018.pdf>. Acesso em 10 set 2016.

ZANTA, V. M; FERREIRA, C. F. A. Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos. **Resíduos Sólidos Urbanos: Aterro Sustentável para municípios de pequeno porte.** p.1-16. Rio de Janeiro. ABES, RIMA, 2003.