



UEPB

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA - CAMPUS I
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – LICENCIATURA**

MARIA JOSÉ SILVA

**COMPOSTAGEM COMO FERRAMENTA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL
PARA CRIANÇAS DE UMA ESCOLA PÚBLICA DE CAMPINA GRANDE - PB**

CAMPINA GRANDE-PB

2020

MARIA JOSÉ SILVA

**COMPOSTAGEM COMO FERRAMENTA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL
PARA CRIANÇAS DE UMA ESCOLA PÚBLICA DE CAMPINA GRANDE - PB**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Biologia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito final à obtenção do título de Graduada em Ciências Biológicas

Área de concentração: Educação Ambiental

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Adrienne Teixeira Barros

CAMPINA GRANDE-PB

2020

É expressamente proibido 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 do trabalho.

S586c Silva, Maria José.
Compostagem como ferramenta de educação ambiental para crianças de uma Escola Pública de Campina Grande - PB [manuscrito] / Maria Jose Silva. - 2020.
59 p. : il. colorido.
Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2020.
"Orientação : Profa. Dra. Adrienne Texeira Barros, Coordenação de Curso de Biologia - CCBS."
1. Educação ambiental. 2. Compostagem. 3. Sanitização.
4. Resíduos sólidos orgânicos. I. Título
21. ed. CDD 372.357

MARIA JOSÉ SILVA

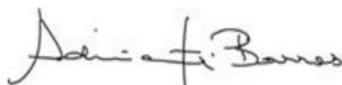
**COMPOSTAGEM COMO FERRAMENTA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL
PARA CRIANÇAS DE UMA ESCOLA PÚBLICA DE CAMPINA GRANDE - PB**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Departamento de
Biologia da Universidade Estadual da
Paraíba, como requisito final à obtenção
do título de Graduada em Ciências
Biológicas

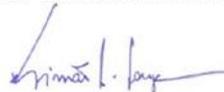
Área de concentração: Educação
Ambiental

Aprovada em: 08/07/2020

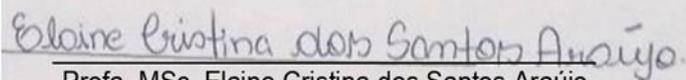
BANCA EXAMINADORA



Prof^a. Dr^a. Adrienne Teixeira Barros
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. Simão Lindoso de Souza
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)
(examinador interno)



Profa. MSc. Elaine Cristina dos Santos Araújo
Doutoranda Em Engenharia e Gestão de Recurso Naturais (UFCG)
(examinadora externa)

A minha mãe, pela dedicação,
companheirismo e amizade, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me contemplado com a luz divina nos momentos de tomadas de decisões, dificuldades financeiras e desânimo.

A todos da minha família, mãe, irmãos, irmãs, cunhadas, cunhados e sobrinhos, especialmente a meu irmão Carlos, sua esposa Francinete e meu sobrinho Gabriel pelos quatro anos de estadia em sua residência.

A minha irmã Angela, por toda energia positiva e companheirismo.

Ao meu namorado Carlos Augusto que esteve ao meu lado em todos os momentos, oferecendo amor, amizade e companheirismo.

À minha orientadora Prof.^a Dr^a Adrienne Teixeira Barros pela confiança, dedicação, disponibilidade, carinho, atenção e orientação nesse trabalho.

Aos meus colegas, que estiveram presente no desenvolvimento do projeto de extensão Ana Carla, Livia Duarte e Erick pela dedicação ao projeto e disposição em ajudar.

A Erick Araújo por todo carinho, disposição e amizade durante esses quatro anos de graduação.

Ao meu amigo Fernando por tirar minha paciência, pelas brincadeiras e sorrisos compartilhados.

Ao Grupo de Extensão e Pesquisa em Gestão e Educação Ambiental (GGEA) pelo espaço para execução das análises Físico-químicas e Biológicas.

À professora Monica Maria pelos cursos e orientações durante do desenvolvimento do experimento.

À Elaine Cristina pela amizade, conversas e conhecimento transmitido.

À Pró-reitora de Extensão (Proex) pela bolsa concedida durante o desenvolvimento do projeto.

À Universidade Estadual da Paraíba pelo espaço disponibilizado para a montagem do sistema de compostagem.

À Escola Municipal Padre Cornélio de Boer, pelo acolhimento e permissão para nossa entrada na escola e aos estudantes que nos ajudaram com a doação dos resíduos orgânicos domiciliares para o experimento de compostagem.

À banca examinadora que prontamente aceitou ao nosso convite para avaliação e contribuições ao presente trabalho.

A todos os meus colegas e professores da graduação.

“O mundo não será destruído por aqueles que fazem o mal, mas por aqueles que assistem sem fazer nada”.

ALBERT EINSTEIN

COMPOSTAGEM COMO FERRAMENTA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA CRIANÇAS DE UMA ESCOLA PÚBLICA DE CAMPINA GRANDE - PB

Maria José Silva

RESUMO

O presente trabalho é resultado de um projeto de extensão universitária, realizado na Escola Municipal Padre Cornélio de Boer, em Campina Grande - PB, junto a 66 estudantes de turmas do pré-escolar II, 2º, 3º e 5º ano do Ensino Fundamental I, cujo objetivo foi utilizar a compostagem como ferramenta da educação ambiental para estudantes do Ensino Fundamental I de uma escola pública da cidade de Campina Grande. Os estudantes foram convidados a doarem resíduos sólidos orgânicos (de cozinha) de suas casas, que foram submetidos à compostagem. Os resíduos sólidos orgânicos foram triados, misturados a folhas, pesados e colocados em três composteiras de concreto, dispostas no sistema de tratamento descentralizado de resíduos orgânicos (SITRADERO), localizado no anexo do laboratório do Grupo de Extensão e Pesquisa em Gestão e Educação Ambiental, do Departamento de Biologia (lab/GGEA/DB). A partir de então, foi realizado o monitoramento (por um período de 104 dias), de diversos parâmetros dentre eles análises diárias (temperatura), semanais (sólidos totais, umidade, aeração, pH, mesoinvertebrados e carbono orgânico), início e final do experimento (ovos de helmintos) e apenas ao término do processo de compostagem (potássio, fósforo e nitrogênio), para caracterizar a sanitização do composto (adubo orgânico) em formação. O processo todo foi registrado por meio de fotografias, que foram apresentadas à turma durante uma palestra final sobre “compostagem”. Como resultado do monitoramento do sistema, observou-se que os valores obtidos para quase todas as análises estavam de acordo com a Instrução Normativa nº 25, de 23 de julho de 2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para fertilizantes orgânicos, os valores finais obtidos foram: pH(8,05), SVT (36,18%), COT (20%), Umidade (32%), Ovos de helmintos (0,0 ovos/gst), Nitrogênio total (1,3) e Fósforo (4,2), os valores obtidos para potássio (0,80) não atinge os valores sugeridos pela Instrução Normativa nº 25. No entanto, é possível afirmar que o composto orgânico produzido pode ser utilizado nas plantas. Ao final do período de monitoramento do sistema de compostagem, o mesmo foi desmontado, pois todas as análises físicas, químicas e biológicas indicavam estabilização. Passou-se então à realização do peneiramento e à classificação do composto. A retirada do composto das composteiras foi feita com auxílio de bacias e pás, seguido do peneiramento em peneiras de malha 4 mm e 2 mm para classificação. O composto orgânico obtido recebeu três classes: rejeito, farelo e pó de acordo com a Instrução Normativa do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento nº 25, de 23 de julho de 2009 (BRASIL, 2009), onde o rejeito é classificado como um material que não foi degradado, mas que pode ser utilizado em outros experimentos na forma de estruturante.

Palavras-chave: Educação Ambiental. Compostagem. Sanitização. Resíduos Sólidos Orgânicos.

COMPOSTING AS AN ENVIRONMENTAL EDUCATION TOOL FOR CHILDREN AT A PUBLIC SCHOOL IN CAMPINA GRANDE - PB

Maria José Silva

ABSTRACT

The present work is the result of a university extension project, carried out at the Padre Cornélio de Boer Municipal School, in Campina Grande - PB, with 66 students from pre-school classes II, 2nd, 3rd and 5th year of Elementary School, whose objective was to use composting as an environmental education tool for elementary school students at a public school in the city of Campina Grande. The students were invited to donate solid organic (kitchen) waste from their homes, which was subjected to composting. The organic solid waste was sorted, mixed with leaves, weighed and placed in three concrete bins, disposed in the Decentralized Organic Waste Treatment System (SITRADERO), located in the laboratory annex of the Extension and Research Group in Management and Environmental Education, Department of Biology (lab / GGEA / DB). From then on, monitoring (for a period of 104 days) of several parameters was performed, including daily (temperature), weekly (total solids, humidity, aeration, pH, mesoinvertebrates and organic carbon) analyzes, beginning and end of the experiment (helminth eggs) and only at the end of the composting process (potassium, phosphorus and nitrogen), to characterize the sanitization of the compost (organic fertilizer) in formation. The entire process was recorded using photographs, which were presented to the class during a final lecture on "composting". As a result of monitoring the system, it was observed that the values obtained for almost all analyzes were in accordance with Normative Instruction No. 25, of July 23, 2009 from the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply for organic fertilizers, the final values obtained were: pH (8.05), SVT (36.18%), TOC (20%), Humidity (32%), Helminth eggs (0.0 eggs / gst), Total nitrogen (1.3) and Phosphorus (4.2), the values obtained for potassium (0.80) do not reach the values suggested by Normative Instruction No. 25. However, it is possible to state that the organic compound produced can be used in plants. At the end of the monitoring period of the composting system, it was dismantled, as all physical, chemical and biological analyzes indicated stabilization. Then, the screening and classification of the compost was carried out. The compost removal was made with the aid of basins and shovels, followed by sifting through 4 mm and 2 mm mesh sieves for classification. The organic compound obtained received three classes: tailings, bran and powder according to the Normative Instruction of the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply No. 25, of July 23, 2009 (BRAZIL, 2009), where the tailings are classified as a material that has not been degraded, but that can be used in other experiments in the form of structuring.

Keywords: Environmental education. Composting. Sanitization. Organic Solid Waste.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Palestra abordando temas relacionados a Educação Ambiental	21
Figura 2- Dinâmica sobre separação de resíduos sólidos urbanos(a), palestra sobre resíduos sólidos e compostagem	21
Figura 3- Local onde as composteiras foram instaladas	22
Figura 4 - Triagem (a) e pesagem (b) dos resíduos sólidos orgânicos	23
Figura 5 - Resíduos e Folhas utilizados no preenchimento das composteiras	23
Figura 6- Preenchimento (a) e cobertura (b) das composteiras com telas de plásticos	24
Figura 7- Valores médios referentes ao Teor de umidade (%)	35
Figura 8- Temperatura média do sistema de compostagem	36
Figura 9- Valores médios do pH ao longo do monitoramento do sistema de compostagem	37
Figura 10- Valores médios de Sólidos Totais, Sólidos Fixos e Sólidos Voláteis no sistema	38
Figura 11- Percentual médio de Carbono Orgânico Total	39
Figura 12- Diversidade taxonômica de mesoinvertebrados no sistema de compostagem	41
Figura 13- Microrganismos que participaram do Sistema de Compostagem	42
Figura 14- Fungos que estiveram presentes no sistema de Compostagem	43
Figura 15- Composto gerado no sistema de compostagem. Composto tipo rejeito (a); composto tipo farelo (b); composto tipo pó (c)	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Concentração de ovos de helmintos (viáveis e não viáveis)	40
Tabela 2 - Composição da massa do sistema de compostagem	44
Tabela 3 - Característica do Composto final	45

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Monitoramento do Sistema de Compostagem

25

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
CCR	Composteira de Concreto Retangular
COT	Carbono Orgânico Total
GGEA	Grupo de Extensão e Pesquisa em Gestão e Educação Ambiental
pH	Potencial Hidrogeniônico
SV	Sólidos Totais Voláteis
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
T°C	Temperatura (em grau celsius)
ST	Sólidos Totais
SF	Sólidos Fixos
UEPB	Universidade Estadual da Paraíba
SITRADERO	Sistema de Tratamento Descentralizado de Resíduos Sólidos Orgânicos
G	Gramas
Kg	Quilograma
mL	Mililitro
NT	Nitrogênio Total
C/N	Relação Carbono/Nitrogênio
TA	Termo de Assentimento
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
°C	Graus Celsius

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVOS	16
2.1	Objetivo Geral	16
2.2	Objetivos Específicos	16
3	REFERENCIAL TEÓRICO	17
3.1	Problemática dos Resíduos Sólidos	17
3.2	Compostagem de Resíduos Sólidos Orgânicos	18
3.3	Educação Ambiental	19
4	METODOLOGIA	20
4.1	Área de Estudo	20
4.2	Palestras e Dinâmicas	20
4.3	Montagem do Sistema	22
4.4	Monitoramento do Sistema de Compostagem	24
4.4.1	Análises Físicas	26
4.4.1.1	<i>Temperatura</i>	26
4.4.1.2	<i>Umidade</i>	27
4.4.1.3	<i>Aeração ou Oxigenação</i>	27
4.4.2	Análises Químicas	28
4.4.2.1	<i>Potencial Hidrogeniônico (pH)</i>	28
4.4.2.2	<i>Carbono Orgânico Total (%COT)</i>	28
4.4.2.3	<i>Sólidos Voláteis Totais (%SVT)</i>	29
4.4.2.4	<i>Nitrogênio Total (%NT)</i>	30
4.4.2.5	<i>Potássio (%ST) e Fósforo (%ST)</i>	30
4.4.2.6	<i>Relação Carbono: Nitrogênio</i>	30
4.4.3	Análises Biológicas	31
4.4.3.1	<i>Mesoinvertebrados</i>	31
4.4.3.2	<i>Ovos de Helmintos</i>	31

4.5	Apresentação dos Resultados aos Estudantes e Entrega de Composto (adubo orgânico)	32
4.6	Considerações Éticas	33
5	RESULTADOS	33
5.1	Caracterização do Público-alvo	33
5.2	Caracterização das Análise Físicas, Químicas e Biológicas dos Resíduos Sólidos Orgânicos Domiciliares	34
5.2.1	Caracterização Gravimétrica	34
5.2.2	Teor de Umidade	34
5.2.3	Temperatura	35
5.2.4	Potencial Hidrogeniônico (pH)	37
5.2.5	Sólidos Totais, Fixos e Voláteis	38
5.2.6	Carbono Orgânico Total (COT)	38
5.2.7	Relação Carbono: Nitrogênio	39
5.2.8	Ovos de Helminhos	40
5.2.9	Diversidade de Mesoinvertebrados	41
5.2.10	Fungos	42
5.3	Caracterização Sanitária do Composto Final Produzido	43
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	46
	REFERÊNCIAS	48
	APÊNDICE A	55
	APÊNDICE B	57
	ANEXO A	59

1 INTRODUÇÃO

Os resíduos sólidos domiciliares gerados no estado da Paraíba, não é diferente do restante do território nacional, pois é composto por papel, papelão, plástico vidro, metais e resíduos orgânicos (restos de comida, frutas e verduras, podas de jardins, entre outros). Ainda, uma parcela muito alta desse material produzido não é separada nem descartada de forma adequada, sendo na maioria das vezes, encaminhada para lixões e/ou aterros sanitários (REIS et al.,2006).

Mesmo após ser sancionada a Lei 12.305/2010 que regulamenta a Política Nacional dos Resíduos Sólidos no Brasil, ainda existem diversos municípios brasileiros que não apresentam nenhuma forma de tratamento e destinação final adequada para os resíduos sólidos (BRASIL, 2010). Esta lei ressalta o estabelecimento de ordenações com objetivo de priorizar a gestão e o gerenciamento dos resíduos, no que tange a não geração, redução, reutilização, reciclagem e compostagem como disposição final devidamente corretas dos resíduos caracterizados como rejeito (BRASIL, 2010).

Vale ressaltar que a disposição incorreta de resíduos sólidos acarreta consequências tanto para o meio ambiente como para a população. Para a humanidade, essa problemática pode ocasionar doenças oriundas da proliferação de insetos, roedores e outros vetores. Para o meio ambiente, provoca poluição do ar, do solo, contaminação da água dos rios e dos mares, assoreamento de rios e canais, entupimentos de galerias, além da morte de diversos seres vivos (JUNKES,2002; ALCANTARA,2010).

Uma das formas de minimizar os impactos ambientais relacionados à destinação incorreta de Resíduos Sólidos orgânicos é a compostagem. A compostagem é caracterizada como um processo biológico aeróbico de tratamento e estabilização de resíduos orgânicos, transformando a matéria orgânica em um composto estável de ótima qualidade. No processo de compostagem, os resíduos orgânicos são degradados pela ação de organismos e enzimas (BUDZIAK et al., 2004).

O conhecimento e a divulgação do que seja e de como funciona a compostagem, por meio da educação ambiental (EA), é de grande importância biológica e social; em primeiro lugar, pela busca do aumento da conscientização

ecológica diante da problemática dos resíduos, e em segundo lugar, porque esta técnica contribui para a diminuição dos resíduos sólidos urbanos, reciclando os nutrientes contidos nos resíduos sólidos orgânicos e transformando-os em adubo orgânico, aumentando assim, a sua disponibilidade para o meio.

De acordo com Silva et al. (2002) e Lima et al. (2008), as vantagens da compostagem estão relacionadas com seu baixo custo operacional, adubação do solo na agricultura e jardinagem, também auxilia na diminuição da poluição do ar e dos lençóis freáticos, reduzindo a contaminação ambiental.

Entretanto, durante o processo de compostagem diversos fatores podem interferir ou influenciar na decomposição, na maturação e na qualidade do produto, como por exemplo a umidade, a temperatura, a relação C/N e os resíduos orgânicos utilizados. Para isso, todos os fatores físicos, químicos e biológicos devem ser monitorados durante o processo de decomposição.

A educação ambiental propõe melhoria na vida das pessoas e inspira novas atitudes em relação ao meio ambiente, portanto, esse trabalho, voltado às crianças ainda nas séries iniciais, surgiu com o objetivo de, desde muito cedo, inserir valores de preservação do meio ambiente por meio de atitudes como a coleta seletiva, o descarte correto dos resíduos, a reciclagem e o reaproveitamento de materiais; além de ter se valido da compostagem como exemplo de uma alternativa de baixo custo, eficaz na reciclagem de compostos orgânicos domiciliares.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Utilizar a compostagem como ferramenta da educação ambiental para estudantes do Ensino Fundamental I de uma escola pública da cidade de Campina Grande.

2.2 Objetivos Específicos

- Utilizar a compostagem como instrumento para se trabalhar a educação ambiental na escola, por meio de palestras e dinâmicas pedagógicas voltadas

para os estudantes das séries iniciais, além de apresentá-la como um processo de baixo custo e ambientalmente correto;

- Estimular os estudantes para a educação ambiental e a participarem da proposta de compostagem;
- Montar sistema de compostagem e monitorar parâmetros físicos, químicos e biológicos do resíduo;
- Realizar devolutiva/restituição aos estudantes com doação do composto produzido.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Problemática dos resíduos sólidos

Das 72,7 milhões de toneladas de resíduos sólidos coletadas no Brasil no ano de 2018, 59,5% receberam destinação final adequada, um aumento de 2,4% em comparação ao valor do ano anterior (ABRELPE, 2018).

No entanto, diversas unidades como lixões e aterros localizados em boa parte das regiões ainda recebem mais de 80 mil toneladas de resíduos por dia, causando poluição ambiental e danos à saúde (ABRELPE, 2018).

A região Nordeste apresenta o menor índice para cobertura de coleta de resíduos sólidos urbanos (RSU) no Brasil. Os 1.794 municípios desta região produziram cerca de 53.975 toneladas de resíduos sólidos em 2018, das quais 81,1% foram coletadas. Dos resíduos que foram coletados, ao menos 6 em cada 10 toneladas são destinadas de forma inadequada para aterros controlados e lixões, ainda, mais de 28 mil toneladas por dia são depositadas de forma incorreta, podendo proporcionar poluição ambiental (ABRELPE, 2018).

Falando especificamente do estado da Paraíba, 91% dos municípios disponibilizam os resíduos de maneira indevida, sendo encaminhados para vazadouros a céu aberto. Esses locais se caracterizam pela disposição dos resíduos em terrenos sem nenhuma técnica ou cuidado, causando poluição dos solos e rios (PARAÍBA, 2014).

No município de Campina Grande, de acordo com a Secretaria de Serviço Urbanos e Meio Ambiente são geradas em torno de 201 mil toneladas de resíduos

sólidos urbanos (SESUMA, 2019), sendo deposta sem nenhuma forma de separação e tratamento ao aterro sanitário. A preocupação é ainda maior levando em consideração a quantidade e qualidade fração orgânica não utilizada (ARAUJO, 2018).

A destinação inadequada de resíduos sólidos, está se tornando um desafio mundial, pois suas consequências afetam todos os países e todos os níveis ambientais, sociais etc.

3.2 Compostagem de resíduos sólidos orgânicos

Os resíduos sólidos domiciliares no Brasil são compostos por um alto teor de resíduos orgânicos constituídos principalmente por restos de comida, cascas de frutas e legumes e até mesmo resíduos de jardinagem. (ALCANTARA, 2010; BRASIL, 2010).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos determina que sistemas de compostagem devem ser implantados para a reciclagem dos resíduos sólidos orgânicos domiciliares (BRASIL, 2010).

O uso do processo de compostagem é um processo eficaz e de baixo custo financeiro (COSTA et al, 2009). Também atua de forma eficaz na redução de microrganismos prejudiciais do adubo orgânico, que ocorre por conta da competição entre os organismos que estão presentes no processo de compostagem e dos parâmetros abióticos, como as temperaturas altas por um determinado período. O adubo orgânico obtido através do processo de compostagem possibilita o melhoramento das características físicas, químicas e biológicas do solo, principalmente na agricultura (PIRES, 2006; BERNAL et al., 2009; CARTHY et al., 2011;).

Segundo Büttgenbender (2004), a compostagem ainda auxilia no controle da poluição ambiental, amenizando as problemáticas associadas à saúde pública e colabora nos desenvolvimentos de futuros empregos.

O adubo orgânico é um ótimo condicionador para o solo, acarretando melhorias no desenvolvimento das propriedades físicas, aumentando a habilidade do acúmulo de água e a macro porosidade; controlando as características químicas e físico-químicas, aumentando a disposição de macro e micronutrientes, bem como capacidade de troca catiônica e, ainda, aprimora as propriedades biológicas, visto

que possibilita a proliferação de microrganismos benéficos, que atuam controlando o fito patógenos (MATOS et al., 1998; MAGALHÃES et al., 2006).

Em Campina Grande e em algumas cidades vizinhas, na Paraíba, alguns projetos ressaltando o uso da compostagem já foram desenvolvidos, no intuito de sensibilizar a população sobre os impactos causados pela destinação inadequada dos resíduos sólidos orgânicos, a exemplo de Araújo (2016), que a partir de trabalhos realizados no bairro Malvinas, analisou diversos impactos satisfatórios que contribuíram para mudanças no contexto ambiental, social e econômico, principalmente, em relação ao tratamento, destinação final e adequada de resíduos sólidos orgânicos.

Gomes (2019), analisou o comportamento de enterobactérias nos resíduos sólidos orgânicos domiciliares do bairro Malvinas durante o desenvolvimento do processo de compostagem.

Farias e Barros (2018), utilizando-se dos mesmos resíduos, realizaram o monitoramento dos parâmetros físicos, químicos e biológicos para a avaliação da qualidade sanitária do composto.

3.3 Educação Ambiental

A educação ambiental pode ajudar na sensibilização das pessoas, bem como alertar sobre os problemas ambientais causados pela geração, descarte e destinação incorreta dos resíduos sólidos urbanos.

O futuro das nações depende dos cuidados e das mudanças associadas a pressão da humanidade a respeito dos recursos naturais. É necessário descobrir maneiras de conciliar o avanço tecnológico com o desenvolvimento do meio ambiente (CHAVES; FARIAS, 2005).

Na Constituição Federal acata-se a relevância da educação ambiental no artigo 225º, inciso VI, o qual afirma que é compromisso do poder público a "promoção da educação ambiental em todas as categorias de ensino e a sensibilização pública para preservação do meio ambiente" (BRASIL,1988).

A boa qualidade de vida está intimamente interligada com o bem-estar do meio ambiente. Desta forma, a educação ambiental é a via de estabilização do meio ambiente para todas as gerações, incluindo as futuras, como ressalta o relatório de Brundtland, lançado em 1987 (BRUNDTLAND,1987).

4 METODOLOGIA

4.1. Área de Estudo

O presente estudo foi desenvolvido junto a 66 estudantes das turmas do pré-escolar II e das turmas 2º, 3º e 5º ano do ensino fundamental I, da Escola Municipal Padre Cornélio de Boer, situada no bairro Santa Cruz, em Campina Grande – PB.

O bairro Santa Cruz é um dos 53 bairros que pertencem a cidade de Campina Grande, tem cerca de 9.415 habitantes (IBGE, 2010). Tem como vizinhos os seguintes bairros: Nenzinha Cunha Lima, Dinamérica, Presidente Médici, Três irmãs, Malvinas, Cruzeiro, Palmeira Imperial e Rocha Cavalcante, de onde as crianças se deslocam até a escola, a qual funciona em dois expedientes, manhã e tarde, com turmas apenas do ensino fundamental.

4.2 Palestras e Dinâmicas

Foram realizadas algumas intervenções na escola, através de palestras (Figura 1) e dinâmicas (Figura 2) realizadas com estudantes das turmas-alvo desse trabalho, como forma de sensibilização inicial a respeito do tema e experimento que seriam propostos. A educação ambiental foi peça chave em todos os temas abordados: resíduos sólidos, poluição, coleta seletiva, reciclagem e compostagem, entre outras.

Por se tratar de um grupo com crianças bem pequenas e outras maiores, algumas adaptações foram necessárias, como: atividades mais dinâmicas, onde os estudantes participassem ativamente, linguagem apropriada para cada faixa etária, uso de bastante figuras e cores, *datashow* e rodas de conversa. As crianças menores (do pré-escolar) ficaram em salas separadas das mais velhas, onde tiveram atenção redobrada no decorrer de cada atividade.

Figura 1 - Palestra abordando temas relacionados a Educação Ambiental.



Foto: Modificado por Araújo, 2018

Figura 2 - Dinâmica sobre separação de resíduos urbanos (a), palestra sobre resíduos sólidos e compostagem (b).



Foto: Modificado por Araújo, 2018

Após esse momento de discussão dos temas, foi proposto aos estudantes a realizarem a coleta seletiva em suas casas e a separarem os resíduos sólidos orgânicos em um saco bem fechado e armazenado na geladeira pelo tempo de uma semana para posterior doação aos membros do projeto, que realizaram a compostagem na Universidade Estadual da Paraíba e voltariam após 104 dias com amostras do adubo orgânico produzido.

Foi entregue a cada discente uma tabela com os tipos de alimentos que poderiam ser coletados.

4.3 Montagem do Sistema

No total, obteve-se 72 kg de resíduos sólidos orgânicos, destes, cerca de 34kg foram provenientes das residências dos estudantes, os outros 38 kg foram oriundos do Bairros Malvinas (sobra de resíduos coletados em outro projeto que acontecia em paralelo).

Todo o material foi misturado (os resíduos da escola, juntamente com o das Malvinas) com auxílio de pás, com a finalidade de homogeneizar o substrato, posteriormente os resíduos sólidos orgânicos foram triados.

O sistema foi instalado próximo ao prédio 2 das Três Marias, no Sistema de Tratamento Descentralizado de Resíduos Sólidos Orgânicos (SITRADERO), onde fica um anexo do Laboratório de Extensão e Pesquisa em Gestão e Educação Ambiental (lab.GGEA), na Universidade Estadual da Paraíba - Campus I. Sua estrutura foi desenvolvida por Araújo (2017), montada com madeira, telas e lonas plásticas, com o objetivo de evitar a entrada de animais, chuvas ou a incidência direta do sol, ou seja, fatores que pudessem interferir no processo de decomposição (Figura 3).

Figura 3 - Local onde as composteiras foram instaladas.



Foto: Araújo, 2020.

Os resíduos sólidos orgânicos foram colocados sobre lonas e previamente triados, pesados e misturados com folhas (estruturante) antes de serem colocados nas composteiras (Figuras 4 e 5).

Figura 4 - Triagem (a) e pesagem (b) dos resíduos sólidos orgânicos.



Foto: Autora, 2018

Figura 5 – Resíduos sólidos orgânicos e Folhas utilizados no preenchimento das composteiras.



Foto: Autora, 2018

O sistema de tratamento de resíduos sólidos foi instalado no mês de agosto de 2018 e durou 104 dias, sendo desmontado em dezembro de 2018. Concomitantemente, os resultados das análises foram arquivados em planilha do Excel (*for Windows*), analisados e representados por meio de gráficos e tabelas.

Foram dispostas no local (área de 16 m²), três composteiras móveis de concreto retangular (CCR), desenvolvidas por Nascimento (2015). Elas são formadas por dois compartimentos para facilitar na hora do revolvimento, com redução de 0,25m nas laterais de cada compartimento. Essas composteiras apresentam as seguintes dimensões: 0,30 centímetros de largura, 0,50 centímetros de comprimento e 0,50 centímetros de altura. O volume total de cada uma é de 0,075 m³ (Figura 6).

Cada composteira de concreto tem a capacidade de armazenar 30 kg de resíduos, porém, como o estruturante utilizado foram as folhas e elas têm um grande volume, cada composteira ficou com 25 kg, totalizando 75 kg de composto orgânico no sistema. Cada composteira tinha a composição de 80% de resíduos orgânicos e 20% de estruturante. Eles formaram uma mistura homogênea, da qual foi tirada uma amostra para as análises iniciais.

Figura 6 - Preenchimento (a) e cobertura (b) das composteiras com telas de plásticos.



Foto:Autora,2018

4.4 Monitoramento do Sistema de Compostagem

Após montagem do sistema de tratamento, o monitoramento se deu por meio de análises físicas, químicas e biológicas (Quadro 1). Foi realizado as análises de temperatura (°C), umidade (%), potencial hidrogeniônico (pH), carbono orgânico total (%COT), sólidos voláteis totais (%ST), teor de ovos de helmintos (ovos/gST), mesoinvertebrados (Indivíduos/gST), análise de potássio (%ST), nitrogênio total (%NTK) e fósforo total (%ST).

Quadro 1 - Monitoramento do Sistema de Compostagem.

	Parâmetros	Frequência	Método
Químico	Sólidos Totais Voláteis (%ST)	Uma vez na Semana	Gravimétrico
	Potencial Hidrogeniônico (pH)	Uma vez na Semana	Potenciômetro
	Carbono orgânico total (%COT)	Uma vez na Semana	Kiehl (1998) 1,8xSTv
	Nitrogênio Total (%NTK)	Final	Método de Kjeldhal
	Potássio (%ST)	Final	Fotômetro de Chama
	Fósforo Total (%ST)	Final	Fotômetro de Chama
Físicos	Temperatura (°C)	Diariamente	Termômetro
	Aeração	Duas vezes por semana	Silva (2008)
	Umidade (%)	Uma vez na Semana	Gravimétrico
Biológicos	Quantidade de ovos de Helmintos (ovos%gST)	Início e Final	Meyer (1978) modificado por Silva (2008)
	Mesoinvertebrados (Indivíduos/gST)	Uma vez na Semana	Silva (2008)

As análises do substrato tiveram início com as análises de pH, umidade, sólidos totais e voláteis, presença de mesoinvertebrados e ovos de helmintos, uma vez que era necessário analisar a concentração do composto como forma de prever quais os organismos estavam presentes. Um dia após à montagem do sistema, tiveram início as análises de temperatura.

As amostras (25g para análise de cada parâmetro) foram retiradas para análise apenas uma vez na semana, durante o revolvimento.

4.4.1 Análises Físicas

4.4.1.1 Temperatura

As aferições da Temperatura (C°) foram efetuadas diariamente nas três composteiras, de maneira similar, com auxílio de três termômetros de haste de mercúrio. Foram obtidas a temperatura em três pontos do composto, em cada área do substrato: superfície, centro e base, adquirindo uma média de cada área. Também foi verificada a temperatura ambiente do local onde foi montado o sistema, com objetivo de compará-la com a temperatura do sistema em estudo.

A temperatura é um parâmetro (unidade) estático, que durante o processo de compostagem obedece a quantidade de calor produzida pelos organismos, pois os organismos causadores da degradação da fração orgânica são exotérmicos, logo, o grau de temperatura pode estar relacionado com às ações biológicas dos organismos (POLPRASERT, 1989).

Segundo Fernandes; Silva (1999); Kutzner (2008); Lima Júnior (2015); Araujo (2018), o processo de compostagem, a temperatura apresenta quatro categorias:

- a) Fase inicial do processo de decomposição - ocorre colonização e multiplicação de diversas populações de bactérias mesófilas e fungos, responsáveis por degenerar os nutrientes presentes, provocando a elevação da temperatura no sistema, atingindo até 45°C, podendo ainda variar conforme com a característica dos resíduos, a metodologia utilizada e se o ambiente é quente ou frio.
- b) Fase Termófila - Após um intervalo pequeno de latência, que geralmente não é notável, ocorre a elevação acentuada da temperatura, sendo caracterizado em um estágio termofílico (> 50° a 70°C), pois existe a presença de grande quantidade de carbono presente. Esta fase é identificada pelo aparecimento de populações microbianas termofílicas como bactérias, actinomicetes e fungos.
- c) Período estacionário sem mudanças de temperatura.
- d) Maturação – fase identificada pela diminuição da quantidade de carbono, diminuindo as populações microbianas, atingindo uma faixa entre 45°C e 35°C, fase que determina a fase mesofílico, passando para o estado psicofílico, chegando à temperatura ambiente.

4.4.1.2 Umidade

Manter o equilíbrio do teor de umidade é um elemento crucial para manter as condições adequadas do sistema de compostagem (ARAÚJO, 2018).

As análises de monitoramento da umidade ocorreram semanalmente, de acordo com a metodologia proposta por Nascimento (2015). As amostras foram coletadas, pesadas em uma balança de precisão (precisão de 0,1 g) e encaminhadas para uma estufa, onde ficaram 24 horas a 105 °C. Após este período, as amostras foram resfriadas em um dessecador e pesadas novamente. O percentual do teor de umidade foi calculado segundo a fórmula 1.

$$Umidade(\%) = \frac{(P0 - PC) - (P1 - PC)}{pa} \times 100 \quad (1)$$

Sendo:

- P0 = Peso da amostra *in natura* (g)
- PC = Peso do cadinho (g)
- P1 = Peso da amostra após a secagem (g)
- Pa = Peso da mostra (g)

Quando necessário, o experimento foi ajustado com adição de água, cobertura com lonas plásticas, revolvimento do sistema e adição de estruturante, conforme indicado por Araújo (2018).

4.4.1.3 Aeração ou Oxigenação

Um dos fatores indispensáveis para o bom desenvolvimento do processo de compostagem é o oxigênio, pois a atividade microbiana depende de ar, logo os microrganismos aeróbicos, têm precisão de O₂ para oxidar o composto orgânico (BÜTTENBENDER, 2004).

O processo de aeração foi feito duas vezes na semana, na segunda e quinta-feira, manualmente, utilizando uma pá agrícola para mover o substrato de um compartimento a outro da composteira, com objetivo de homogeneizar o composto e fornecer o oxigênio necessário à ação aeróbica dos organismos presentes.

Para que ocorra o processo de degradação da matéria orgânica, a participação do oxigênio e a taxa de aeração do substrato deve ser controlada através de

reviramento periódicos (POLPRASERT, 1989). A presença do oxigênio facilita as atividades biológicas e a quantidade adequada ajuda na degradação da matéria orgânica de forma eficiente (MEDEIROS, 2009).

Por outro lado, níveis de oxigênio baixos no sistema de compostagem provoca a proliferação de organismo anaeróbicos, dando origem aos processos de fermentação e respiração anaeróbica (TRAUTMANN; KRASNY, 1997).

4.4.2 Análises Químicas

As amostras foram coletas, preparadas, pesadas e utilizadas *in natura*.

4.4.2.1 Potencial Hidrogeniônico (pH)

Nas análises de pH foram utilizados 25 g de composto em 125 ml de água destilada. A solução foi homogeneizada e levada ao pHmetro, onde ocorreram a análises.

Sabe-se que no começo do experimento de compostagem há a proliferação dos organismos e o material apresenta um pH ácido, entre 4,5 a 5,5, consequência das ações das bactérias sintetizadoras de ácidos minerais. Por outro lado, no período intensivo da atuação microbiana o pH encontrado é em média de 6,5 a 8,0 e no período de maturação do material, o pH pode variar entre 7,5 e 9,0 (BARTOLDI et al., 1983; FERNANDES; SILVA, 1999; BIDONE, 2001; RUSSO, 2003).

4.4.2.2 Carbono Orgânico Total (%COT)

O carbono orgânico total tem a finalidade de demonstrar o nível de matéria orgânica do composto, bem como sua estabilização. Nas análises dos resíduos sólidos orgânicos domiciliares, a metodologia utilizada, calcinação propicia avaliar a quantidade de carbono orgânico total do composto, precisando que utilize o valor de 1,8 para a conversão da taxa de sólidos totais voláteis em carbono orgânico total, de acordo com Jiménez e Garcia (1992) e Kiehl (1998).

4.4.2.3 Sólidos Voláteis Totais (%SVT)

Para se obter o teor de sólidos totais, foi utilizado o método de calcinação. As amostras foram coletadas, pesadas em uma balança e levadas para uma estufa, por um período de 24 horas a 105 °C (NASCIMENTO, 2015). Após esta etapa, acha-se o P1 usado no cálculo dos sólidos totais, de acordo com a fórmula 2.

$$ST(\%) = \frac{(P1 - PC)}{Pa} \times 100 \quad (2)$$

Sendo:

PC = Peso do cadinho (g)

P1 = Peso da amostra após a secagem (g)

Pa = Peso da mostra (g)

Para obter o potencial de sólidos Fixos e Voláteis utilizou-se 25 g do composto de cada amostra, submetendo à calcinação por 550 °C na mufla durante o tempo de duas horas. Após esta etapa, as amostras foram pesadas sucessivamente e devolvidas à mufla por mais uma hora. Este processo foi repetido até obter estabilidade, no caso o P2 (NASCIMENTO, 2015), seguindo a fórmula 3.

$$STF(\%) = \frac{(P2 - PC)}{ST} \times 100 \quad (3)$$

Sendo:

P2 = Peso da amostra calcinada (g)

PC = Peso do cadinho

ST = Unidade de Sólidos Totais.

A desigualdade encontrada entre sólidos totais e sólidos fixos diz respeito a sólidos totais voláteis (Fórmula 4), segundo Nascimento (2015).

$$STV(\%) = \frac{(ST - SF)}{ST} \times 100 \quad (4)$$

Sendo:

ST = Unidade de Sólidos Totais

SF = Unidade de Sólidos Fixos

4.4.2.4 Nitrogênio Total (%NT)

A análises de Nitrogênio total (NT%) foram realizadas apenas no final do processo de compostagem. Foram pesadas cerca de 50 g do composto final, que foram encaminhados ao Laboratório de Análise de Tecido de Plantas, localizado na Universidade Federal da Paraíba/Campus II/Areia-PB onde foi realizada a análise.

Os vários organismos expostos no sistema de compostagem precisam do nitrogênio para a síntese de proteínas. O nitrogênio disponível durante o processo de compostagem efetua um importante papel na constituição de vários elementos essenciais para o desenvolvimento das células como proteínas, ácidos nucleicos, aminoácidos, enzimas e coenzimas (BATISTA; BASTISTA, 2007).

4.4.2.5 Potássio (%ST) e Fósforo (%ST)

As análises de Potássio (%ST) e Fósforo (%ST) foram executadas apenas ao final do processo de compostagem, ou seja, com o composto final (50 g de adubo), a fim de adquirir dados relacionados ao teor de nutriente do adubo. As análises foram realizadas no Laboratório de Irrigação e Salinidade localizado na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus I/Campina Grande - PB.

Estes macronutrientes são absorvidos pelas raízes das plantas para seu desenvolvimento. O Fósforo tem importante papel no processo de fotossíntese, respiração, crescimento celular, melhora a qualidade das frutas e verduras, além do mais é de extrema importância no desenvolvimento das sementes. Por outro lado, o potássio atua na formação dos frutos, na translocação dos metais pesados e ativação das enzimas (OSTROSHI, 2013).

4.4.2.6. Relação Carbono Nitrogênio (C:N)

A relação carbono:nitrogênio é expressa através dos valores obtidos das análises de carbono orgânico total e nitrogênio total.

A relação de carbono e nitrogênio é de extrema relevância no monitoramento do processo de compostagem, atuando para demonstra o nível de estabilização biológica do composto (TRAUTMANN; KRASKY, 1997; RUSSO, 2003).

Os organismos consomem em torno de 30 partes de carbono para cada parte de nitrogênio, sendo que 20 partes são expelidas como gás e as outras 10 partes são usadas na produção de biomassa destes organismos (BIDONE, 2001; KUTZNER, 2008).

A relação adequada de carbono:nitrogênio proporciona aos organismos aeróbicos o carbono e nitrogênio necessários (SILVA, 2008).

4.4.3 Análises Biológicas

4.4.3.1 *Mesoinvertebrados*

Foram coletados 25g de material para cada análise de mesoinvertebrados realizada semanalmente. As amostras foram colocadas em placas de Petri e utilizando uma lupa binocular foi possível realizar a coleta dos indivíduos. A contagem e reconhecimento dos espécimes foram realizados de acordo com a metodologia sugerida por Silva (2008).

Os organismos presentes no processo de compostagem desenvolvem um importante papel durante o desenvolvimento do sistema, logo, compreender a biota que está presente no sistema de compostagem tem a finalidade de identificar quais são os grupos essenciais para a decomposição eficaz da matéria orgânica. (REBOLLIDO et al., 2008).

4.4.3.2 *Ovos de Helmintos*

As análises de ovos de helmintos foram realizadas a partir de coletas no início e ao final do sistema, com finalidade de avaliar a eficiência sanitária da compostagem. O método utilizado para as análises foi baseado em Meyer (1978) e modificado por Silva (2008). As modificações ocorreram no preparo da amostra, que tinha o peso de 25g e passou por lavagens prévias com água sanitária a 50 % e filtração dupla por filtro de nylon, com a finalidade de obter o máximo número possível de ovos de helmintos.

Desde modo, para se obter a viabilidade dos ovos de helmintos, foi realizado uma coloração com solução de safranina a 1%, com objetivo de verificar a permeabilidade da membrana vitelina dos ovos ao microscópio (ZERBINI et al., 1999).

Para se obter o percentual exato de ovos de helmintos, após a contagem de ovos realizada com auxílio do microscópio foi realizado o seguinte cálculo. Fórmula 5.

$$Z = \frac{N \times VF}{(VC + ST)} = \text{ovos/gST} \quad (5)$$

Sendo:

N = Números de ovos encontrados (2,0)
 VF= Volume final da amostra (5,0)
 VC = Volume da câmara (0,3)
 ST = Sólidos totais (7,2)

Ao final do período de monitoramento do sistema de compostagem, o mesmo foi desmontado, pois todas as análises físicas, químicas e biológicas indicavam estabilização. Passou-se então à realização do peneiramento e à classificação do composto. A retirada do composto das composteiras foi feita com auxílio de bacias e pás, seguido do peneiramento em peneiras de malha 4 mm e 2 mm para classificação.

O composto orgânico obtido recebeu três classes: rejeito, farelo e pó de acordo com a Instrução Normativa do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento nº 25, de 23 de julho de 2009 (BRASIL, 2009), onde o rejeito é classificado como um material que não foi degradado, mas que pode ser utilizado em outros experimentos na forma de estruturante.

4.5 Apresentação dos Resultados aos Estudantes e Entrega do Composto (adubo orgânico)

Os estudantes das turmas participantes do projeto foram reunidos em suas salas de aula, onde assistiram à uma palestra que mostrava a importância da compostagem para o reaproveitamento de resíduos orgânicos domiciliares e também como o experimento aconteceu nas dependências da UEPB.

Neste dia, foram levadas amostras de adubo orgânico, que foram entregues aos estudantes participantes do projeto juntamente com potinhos de iogurte

reaproveitados e decorados com sementes de girassol, para que pudessem plantá-las com auxílio de seus pais. Também foi oferecido um lanche a todos, como forma de agradecimento pela participação durante todo o período em que ocorreram as palestras e oficinas na escola, bem como pela doação dos resíduos necessários para realização da compostagem.

4.6 Considerações Éticas

Esta pesquisa foi desenvolvida, com o consentimento de todos os educandos através do Termo de Assentimento (TA) (Apêndice 1), bem como a autorização dos responsáveis através do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice 2). Logo, levando em consideração a resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, a mesma preza por respeito pela dignidade humana, bem como proteção especial devida a todos os participantes envolvidos nas pesquisas científicas que trabalhe com seres humanos (BRASIL, 2012).

Além do mais, a referida pesquisa foi analisada e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos (CEP) da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), com o número do parecer 83723318.4.0000.5187 (Anexo 1).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização do Público-alvo

A pesquisa foi desenvolvida juntamente com 66 estudantes do ensino fundamental. Destes, 48,5 % (n = 32) era do sexo masculino e 51,5% (n = 34) era do sexo feminino, com faixa etária de 5 a 12 anos e com estrutura familiar composta por até 10 pessoas por residência.

Observou-se que a separação das crianças menores das crianças maiores foi muito importante para que a maioria compreendesse melhor cada assunto discutido nas palestras. Após cada intervenção, foram feitas algumas perguntas aleatoriamente, sendo possível afirmar, de acordo com as respostas, que os discentes compreenderam bem o conteúdo.

O aprendizado ocorreu de maneira ativa, crítica e criativa. Todos participaram das dinâmicas oferecidas, discutiram sobre o que aprenderam e apresentaram mudança de atitudes após o momento de intervenção na escola, passando a questionar sobre o destino dos resíduos sólidos da escola e ajudando no descarte correto.

5.2 Caracterização das Análises Físicas, Químicas e Biológicas dos Resíduos Sólidos Orgânicos Domiciliares

5.2.1 Caracterização Gravimétrica

Mesmo tendo sido entregue uma tabela aos estudantes informando quais resíduos eram considerados como rejeito, ainda assim foi observada uma pequena quantidade de rejeito nas amostras, como chicletes, pontas de cigarros e carnes. Não foi possível pesar o rejeito, pois a quantidade foi muito pequena.

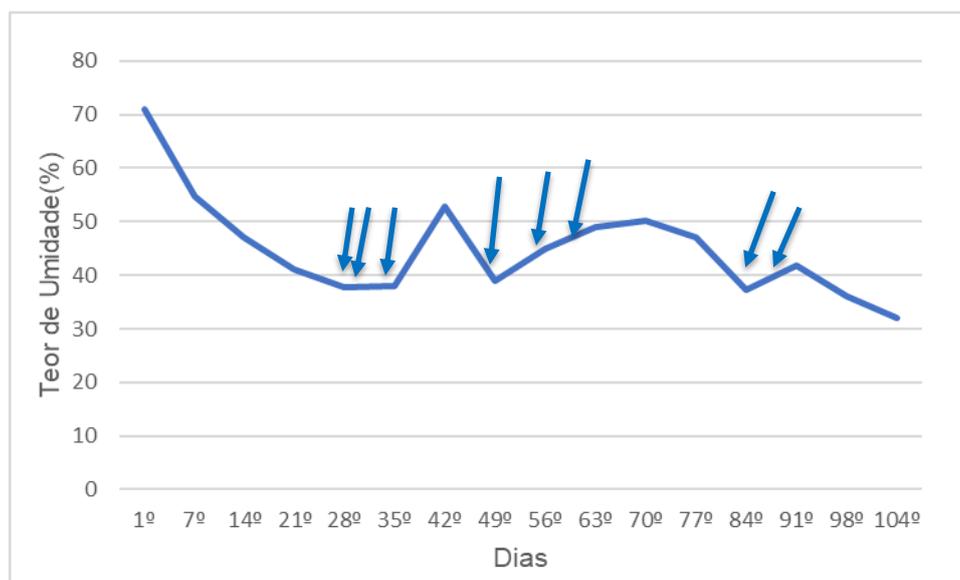
5.2.2 Teor de Umidade

O teor de umidade obtido inicialmente foi de 71%, valor considerado alto, mas muito próximo dos valores encontrados por Araújo (2016), que utilizou três tipos de composteiras (composteira de concreto retangular, composteira de alumínio inox retangular e composteira de concreto quadrada), obtendo valores iniciais variando entre 72 e 74%.

Diaz et al. (2007) indica que a água presente no sistema de compostagem, auxilia no desenvolvimento e ação dos diferentes organismos autóctones, por isso a liberação de calor, bem como o equilíbrio da temperatura devem constar em níveis ideais durante o desenvolvimento da compostagem.

Para redução do valor inicial encontrado, foram adicionados 20% de estruturante (folhas) e realizados revolvimentos diários em busca de melhorar a aeração do composto. Segundo Silva (2008), o uso do estruturante junto ao resíduo orgânico, no início do experimento de compostagem colabora no controle da umidade, fazendo com que não ocorra a compactação do substrato, aprimorando a aeração e possibilitando a ação dos organismos. A figura 7 mostra a variação de umidade durante os dias de experimento.

Figura 7 - Valores médios referentes ao Teor de umidade (%).



Legenda: Setas indicam os dias em que foi adicionada água ao sistema.

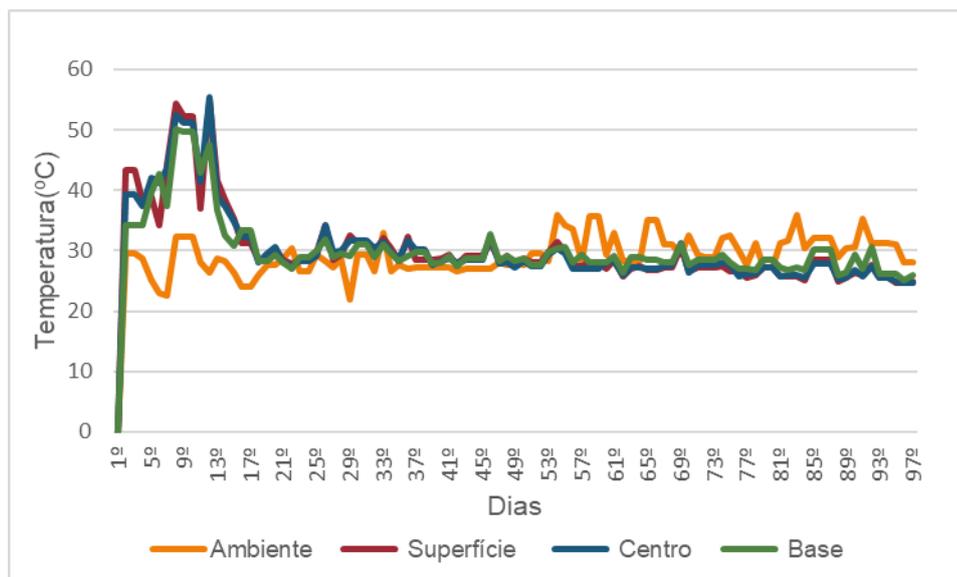
A aeração feita em momento de teores de umidade elevados é de fundamental importância para a perda gradativa de água. Sendo assim, a aeração do substrato foi realizada duas vezes na semana e a adição de água ocorreu nos dias de maior evaporação (25º, 28º, 35º, 49º, 56º, 63º, 84º e 89º), evitando a perda do teor de umidade. Sendo assim, a temperatura ambiente e o ar influenciaram nesse parâmetro, pois temperaturas elevadas fazem com que aconteça evaporação da água com mais rapidez, logo diminui a umidade do composto.

Para que se obtenha sucesso no sistema de compostagem, o teor de umidade deve se apresentar por volta de 50% e 60% (CARRINGTON, 2001; BIDONE, 2007; RUSSO, 2003; KUTZER, 2008; NEKLYUDO et al., 2008). Já a Instrução Normativa nº 25, de 23 de julho de 2009 do Ministério da Agricultura, pecuária e abastecimento para fertilizantes orgânicos estipula valor inicial < 50% (BRASIL, 2009). Ao final do processo, obteve-se percentual de umidade de 32%.

5.2.3 Temperatura

O monitoramento da temperatura no sistema de compostagem está presente na Figura 8.

Figura 8 - Temperatura média do sistema de compostagem.



O sistema começou com as seguintes temperaturas: Superfície (43,4°C), Centro (39,2°C), base com (34,3°C). Com o decorrer do processo e a decomposição da matéria orgânica, o calor produzido passou a diminuir.

O período de temperatura alta neste sistema não passou dos primeiros 20 dias, logo, atingindo a fase termófila. As temperaturas mais altas estavam presentes nas zonas superfície (54,4°C) e centro (55,4°C). Após esta fase, a temperatura começou a diminuir atingindo a fase de maturação, com a temperatura próxima a ambiente.

No final do processo de compostagem, as temperaturas chegaram a ser inferiores à temperatura ambiente, com 24,8 °C na superfície, 24,7 °C no centro e 26°C na base. A temperatura ambiente, no período que o sistema estava sendo monitorado, variou entre 36°C e 22°C.

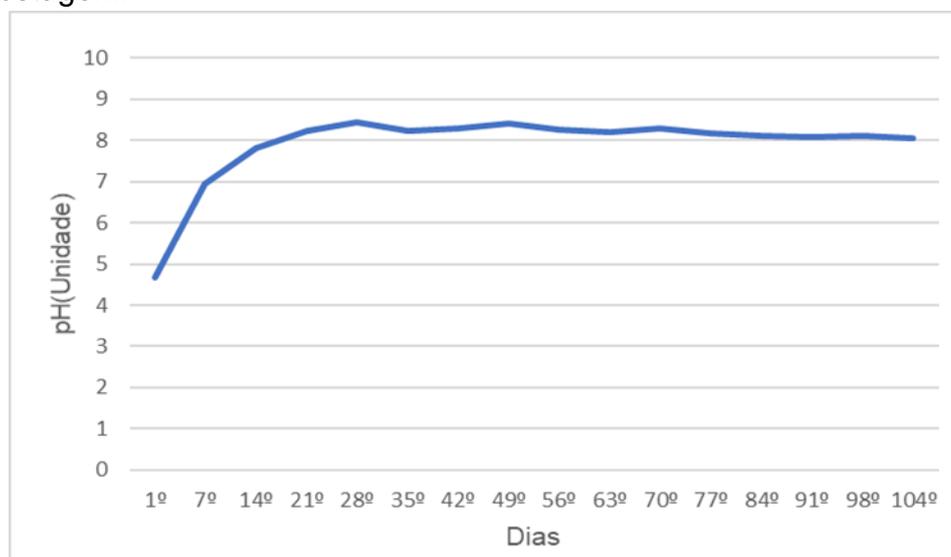
Segundo Brito (2015), esse parâmetro pode chegar 40 ou 50°C por volta do segundo ou terceiro dia, podendo diminuir conforme os resíduos são degradados. Seus percentuais durante o processo de compostagem levam em consideração a velocidade que ocorre a decomposição, ou seja, a velocidade que os organismos crescem e atuam no experimento.

5.2.4 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH dos resíduos iniciou em 4,67 (ácido) e ao final do monitoramento atingiu 8,05 (básico). Segundo Araújo (2018), o valor inicial encontrado é característico do início do processo de compostagem, e estimula a proliferação de fungos e bactérias.

As variações do pH, do sistema de compostagem estão presentes na Figura 9.

Figura 9 - Valores médios do pH ao longo do monitoramento do sistema de compostagem.



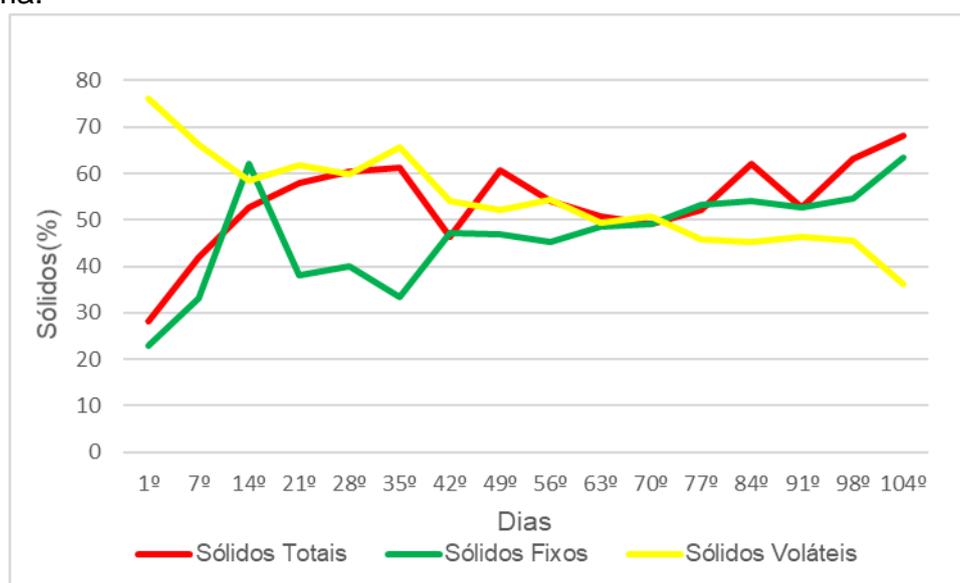
Conforme afirmam Kiehl (1998) e Dehghani et al. (2012), a mudança do pH é consequência do processo de oxidação do nitrogênio orgânico em nitrogênio amoniacal, que possibilitou à massa do composto em degradação, o pH básico ao término do monitoramento.

Desta forma, é de fundamental importância ter domínio deste parâmetro, evitando teores drasticamente ácidos ou básicos, pois apenas poucas espécies de microrganismos podem existir em tais situações. Nestes casos, o reparo do pH pode ser feito com elemento de substratos como cinzas para se obter um pH básico e cascas de batatas para pH ácido (LIMA JÚNIOR, 2015).

5.2.5 Sólidos Totais, Fixos e Voláteis

Os resultados iniciais de sólidos totais, sólidos voláteis e de sólidos fixos foram 28,08%, 76% e 23,06%, respectivamente. Tais valores demonstram a alta concentração de matéria orgânica no composto. Os valores que correspondem à evolução dos resultados de sólidos totais, sólidos voláteis e sólidos fixos estão presentes na figura 10.

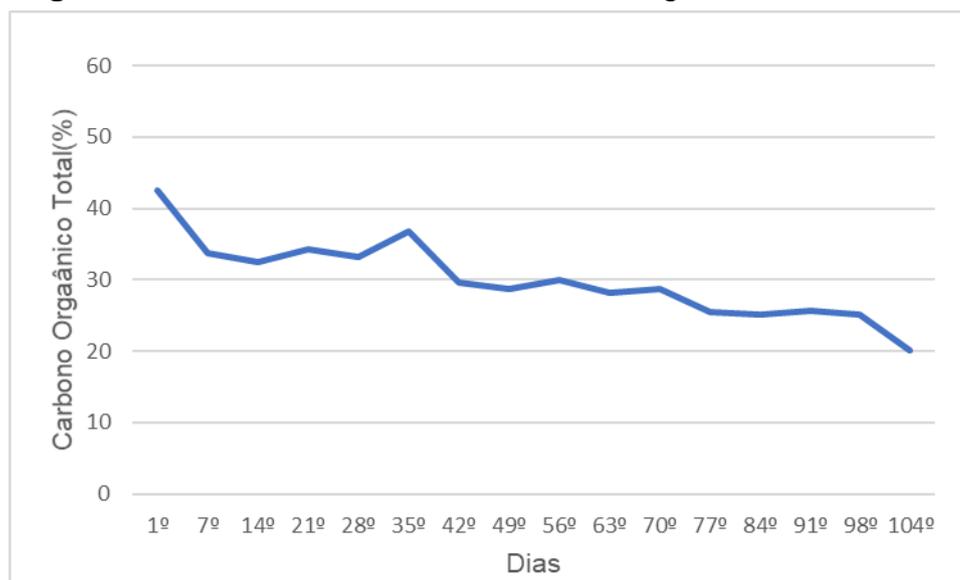
Figura 10 - Valores médios de Sólidos Totais, Sólidos Fixos e Sólidos Voláteis no sistema.



Ao término do monitoramento do sistema, o valor de sólidos voláteis foi de 36,2%. Segundo Pereira Neto (1996), Araújo (2018), a diminuição gradual dos teores de sólidos voláteis são um sinal que indica a degradação da matéria orgânica pelos organismos que participam do sistema, resultando na estabilização do composto.

5.2.6 Carbono Orgânico Total (COT)

Os valores percentuais médios encontrados no início e no final do processo de compostagem (Figura 11) foram 42,6% e 20%, respectivamente, demonstrando a estabilidade do composto.

Figura 11 - Percentual médio de Carbono Orgânico Total.

De acordo com Rezende et al. (2013), durante o processo de estabilização da matéria orgânica, ocorre a mineralização de uma parte do material e a humificação da outra parcela. Logo, o teor de matéria orgânica diminui após o processo de estabilização, uma vez que parte do carbono presente no material inicial passou para a atmosfera na forma de CO_2 , por meio da respiração dos microrganismos que degradam a matéria orgânica. Ao longo da fase de humificação, o percentual de matéria orgânica é transformado em húmus, material rico em ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e humina, o que significa estabilização do composto.

5.2.7 Relação Carbono: Nitrogênio

A relação carbono/nitrogênio encontrada ao término do processo foi 20:1. Logo, o presente composto se encontra dentro dos padrões estabelecidos pela Instrução Normativa nº 25, de 23 de julho de 2009 do Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento para fertilizantes orgânicos, que determina como valor ideal a relação de no máximo 20:1 (BRASIL, 2009).

Lopes et al. (2009) afirmam que a relação carbono/nitrogênio (C/N) é utilizada para analisar os níveis de maturação das substâncias orgânicas e seus efeitos no desenvolvimento microbiológico. De acordo com Duarte (2014) e Silva (2007), a relação C:N dos resíduos utilizados pode influenciar e determina a qualidade do adubo final, logo se a relação C:N estiver acima do sugerido pela literatura, isto é sinais de

um tempo maior para a maturação do composto, e caso seja muito baixa, poderá causar perda de nitrogênio na forma de amoníaco.

5.2.8 Ovos de Helmintos

O valor obtido para os ovos de helmintos foi de 1,33 ovos/gST (Tabela 1). Este foi considerado baixo se comparado ao valor obtido por Araújo (2018), que foi de 14,3 ovos/gST. Por outro lado, é próximo aos valores obtidos por Silva et al. (2011) e Silva et al (2013), que foram 0,6 ovos/gST e 0,89 ovos/gST, respectivamente.

Tabela 1 - Concentração de Ovos de Helmintos (viáveis e não viáveis).

Espécie	Viável (n)	Não Viável (n)	Total (n)	Viável (%)
<i>Ascaris lumbricoides</i>	01	01	02	50%

Segundo Silva et al. (2010), o surgimento dos ovos de helmintos nos resíduos sólidos orgânicos domiciliares pode ocasionar doenças endêmicas. De acordo com pesquisas realizadas cerca de 1,5 bilhões de indivíduos ao redor do mundo estão ou já estiveram parasitadas por alguma espécie de helminto (WHO, 2015). Essas contaminações estão relacionadas principalmente com a falta de higiene no manuseio de verduras, frutas, legumes e pela falta de saneamento básico.

Como a análise de ovos de helmintos nos resíduos orgânicos tem o objetivo de analisar a qualidade sanitária dos resíduos, acredita-se que o valor encontrado pode estar relacionado aos tipos de resíduos sólidos orgânicos usados no experimento e que estes tenham influenciado no resultado. A presença de verduras e legumes em alta concentração pode apresentar maior teor de ovos de helmintos, tendo em vista que esses alimentos podem ser irrigados com água contaminada, ou serem plantados em locais inadequados que recebam esgoto.

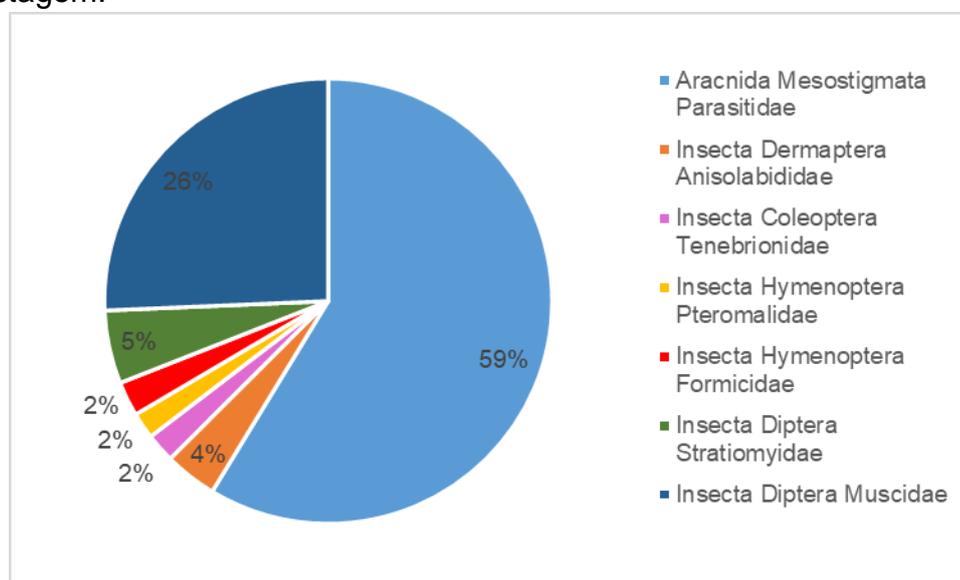
Outro fator que pode ter influenciado no baixo valor de ovos de helmintos encontrados neste experimento foi a tabela entregue aos estudantes, ressaltando quais os resíduos deveriam ser separados para o experimento da compostagem, bem como o conhecimento já adquirido previamente por meio das intervenções na escola. Logo, os educandos estavam cientes de não juntarem os resíduos sólidos orgânicos com rejeito, como é o caso dos resíduos de banheiro.

O processo de compostagem é um meio de eliminar a propagação dos ovos de helmintos, garantindo através do monitoramento dos fatores físicos, químicos e biológicos, a eliminação eficaz dos decompositores da matéria orgânica, propiciando condições exatas para que os patógenos sejam destruídos ao final do processo (SILVA, 2008; HECK et al., 2013).

5.2.9 Diversidade de Mesoinvertebrados

Durante o período de monitoramento, foram coletados 691 mesoinvertebrados, dentre eles, aracnídeos (ácaros) e insetos. A figura 12 especifica a diversidade taxonômica dos indivíduos encontrados.

Figura 12- Diversidade Taxonômica de Mesoinvertebrados no Sistema de Compostagem.

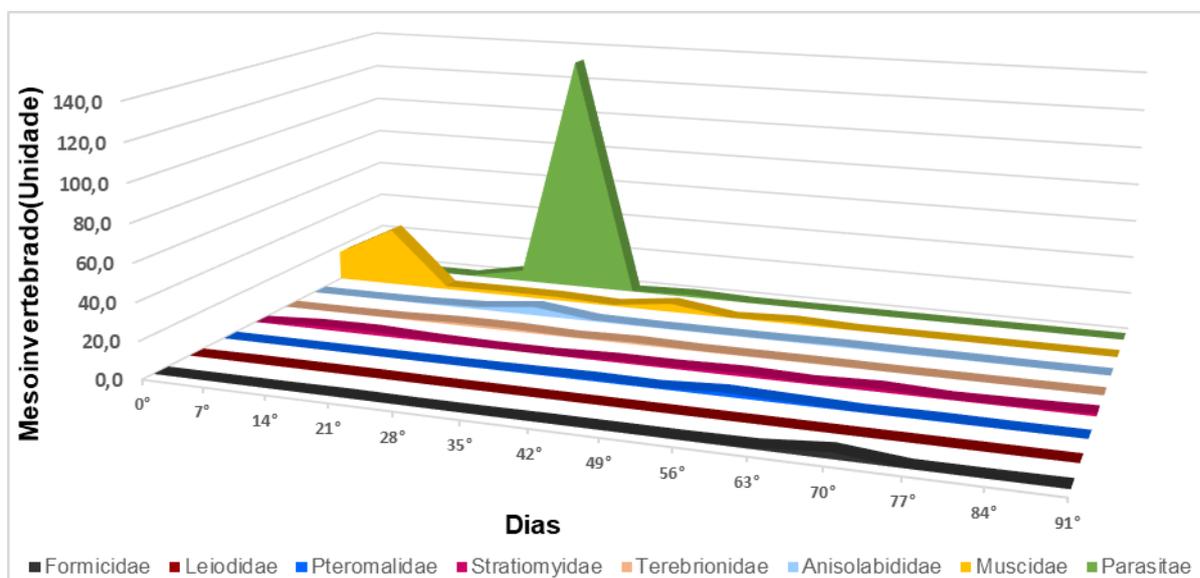


A ordem que mais se destaca entre os indivíduos coletados foi a Mesostigmata (família Parasitidae; 59% dos indivíduos), seguida dos Diptera (família Muscidae; 26%). A presença de todos os indivíduos que participam do processo de compostagem é de extrema importância na degradação da matéria orgânica.

Foi possível perceber que ocorreu sucessão ecológica no sistema (Figura 13), pois nos primeiros 21^o dias havia maior prevalência de indivíduos da família Muscidae, dos 28^o a 48^o dias, a família Parasitidae se destacou. No final do experimento, a família Formicidae estava presente em maior proporção e ao término do monitoramento não foi possível perceber a presença desses organismos. Logo, em cada fase do processo

de compostagem, os indivíduos se manifestaram de acordo com as condições físicas e químicas toleradas por cada família no sistema, desenvolvendo suas funções biológicas. À medida que a faixa de tolerância dos indivíduos chegava ao limite, o número de indivíduos decaía surgindo outros indivíduos.

Figura 13 - Organismos que participaram do Sistema de Compostagem.



Segundo Morales e Wolff (2010), ao longo da degeneração do teor orgânico, habitats naturais são desenvolvidos para vários organismos que estão envolvidos na renovação da matéria orgânica. Araújo (2018) afirma que os organismos presentes no sistema de compostagem, atuam como um sistema ecológico, podendo sofrer impactos de diversos fatores: cadeias tróficas, os ciclos de matéria, o fluxo de energia, e as sucessões ecológicas, esses fatores garante o equilíbrio do sistema.

5.2.10 Fungos

Foram visualizados alguns fungos durante a realização do experimento, porém eles não foram identificados. Estiveram presentes no experimento desde o 7º dia, quando os maiores níveis de temperatura começaram a se estabelecer e a umidade se encontrava em torno de 54,73%. Segundo Rebolledo et al. (2008), os fungos são de fundamental importância durante a fase de estabilização, bem como na fase de maturação da matéria orgânica contribuído para que ocorra de forma eficaz. Eles possuem o sistema enzimático ativo o que possibilita decomposição da lignocelulose (BUG et al., 2011).

O número de fungos visíveis começou a declinar a partir do 39º dia, quando a temperatura já estava próxima a temperatura ambiente e a umidade se encontrava entre 38,01 e 52,71%, demonstrando que o material celulósico em que se desenvolveram tinha diminuído. Os níveis de temperatura começaram a declinar e a partir deste momento, no sistema não era mais possível visualizar os fungos. A figura 14 demonstra alguns fungos presentes no sistema.

Figura 14 - Fungos que estiveram presentes no sistema de Compostagem.

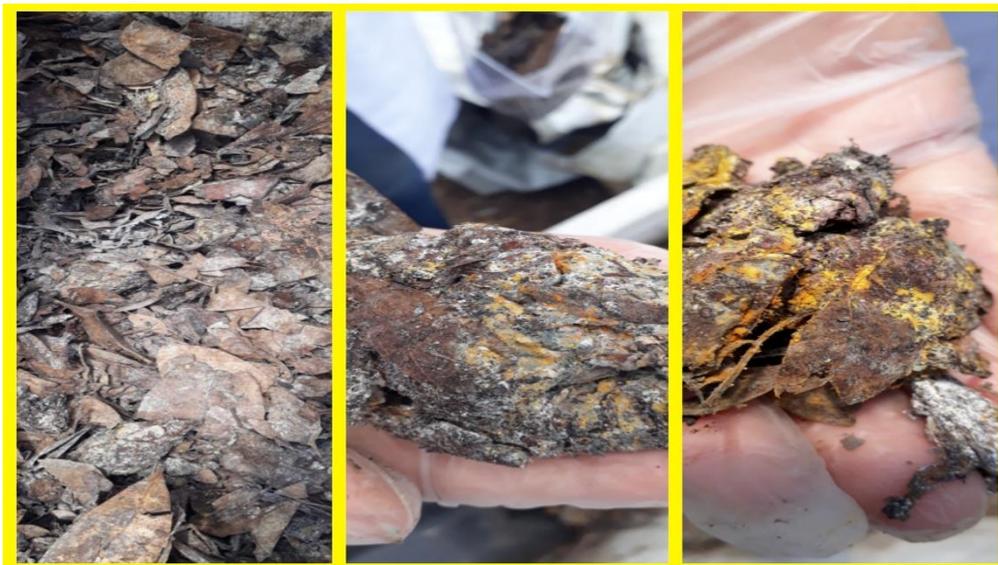


Foto: Autora,2018

De acordo com Sedlbauer (2001), as condições ideais de umidade e temperatura para o desenvolvimento dos fungos estão associadas a concentração de nutrientes disponíveis.

Os fungos conseguem se desenvolver em uma diversificada faixa de temperatura, porém, o aumento ou declínio pode interferir na germinação dos seus esporos, conforme a adaptação de cada espécie (GUERRA, 2012).

5.3 Caracterização sanitária do composto final produzido

Após 104 dias de experimento ocorreu a estabilização do composto. Alguns fatores que podem ter influenciado no tempo de estabilização foram: o modelo de composteira utilizado, a não trituração inicial dos resíduos sólidos orgânicos recebidos, bem como a composição do estruturante utilizado (folhas).

Em estudos realizados por Araújo (2016), utilizando o mesmo modelo de composteira, o sistema de compostagem atingiu a estabilização com 120 dias, diferentemente dos 93 dias observados no experimento de Araújo (2018), com composteiras de alumínio retangular (CAR).

Após o peneiramento, o composto foi classificado em rejeito, farelo e pó, como mostra a Figura 15.

Figura 15 - Composto gerado no sistema de compostagem. Composto tipo rejeito (a); composto tipo farelo (b); composto tipo pó (c).



Foto: Autora, 2018

Foram gerados 20 kg de adubo orgânico. A massa final do substrato obtido no sistema CCR correspondeu ao composto tipo pó (9,850 kg), composto tipo farelo (4,050 kg) e composto tipo rejeito (6,100 kg). A tabela 2 especifica a composição da massa do sistema.

Tabela 2: Composição da massa do sistema de compostagem.

Sistema	Massa (kg)		Composição da massa final após o peneiramento (kg)				
	Retirada	Devolvida	Rejeito	Farelo (4 mm)	Pó (2 mm)	Total	
CCR	75	5,468	3,000	6,100	4,050	9,850	20

O rejeito era constituído basicamente por pedaços de galhos, restos de folhas de árvores, algumas sementes de mangas, cascas de laranjas, sabugos e palhas de milho e alguns ossos de animais. Estes resíduos são de difícil degradação, por isso, precisariam de mais tempo para serem degradados. Entretanto, o rejeito pode ser utilizado no início de outros sistemas de compostagem, como estruturante, ajudando a controlar o teor de umidade para a ação dos organismos e favorecendo o balanceamento da relação carbono e nitrogênio no substrato inicial.

É possível afirmar que, por não ser realizado a coleta seletiva na fonte geradora, esses resíduos teriam disposição incorreta, sendo provavelmente misturados com rejeito (Resíduos de banheiro, Resíduos Hospitalares, Vidros etc.) e depositados nos lixões ou aterros sanitários.

Para a caracterizar a qualidade sanitária do composto final, foram levadas em consideração as propriedades físicas e químicas, conforme a Instrução Normativa nº 25 de 23 de julho de 2009 do Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento para fertilizantes orgânicos (BRASIL, 2009). Essas características estão expressas na tabela 3.

Tabela 3 - Características do composto Final.

Parâmetros	Valores médios		Faixa Indicativa
	CCR		
	Substrato inicial	Composto Final	IN nº 25/2009
pH	4,6	8,05	>6,5
SVT (%)	76,04	36,18	<40
COT (%)	42,55	20	8<25
Teor de Umidade (%)	71,20	32	<50
Helmintos (OVOS/gst)	1,33	0,00	<0,25
Nitrogênio (%ST)	-	1,3	>1
Potássio (%ST)	-	0,80	>1
Fósforo (%ST)	-	4,2	>1,6

Não foram encontrados ovos de helmintos no composto final, logo, é possível afirmar que o sistema de compostagem é um ótimo método de higienização.

Com exceção de potássio, que apresentou valores abaixo da faixa indicativa, todos os parâmetros se enquadraram nas exigências da Instrução Normativa nº 25 de 23 de julho de 2009 (BRASIL, 2009), o que pode ser considerado satisfatório.

O percentual de potássio obtido no composto final é considerado baixo, no entanto, segundo Araújo (2018), isto pode estar relacionado com o baixo teor desse mineral nos alimentos da população de onde os resíduos foram coletados.

Esses nutrientes presentes no composto final, ou seja, no adubo orgânico, tem a finalidade de nutrir as plantas, hortaliças e verduras que receberem este composto.

O fósforo é constituinte de ácidos nucleicos, fosfolipídios, sendo encarregado pela fotossíntese e respiração das plantas. Por tanto, é necessário no desenvolvimento da semente e do fruto. Além disso, contribui no processo de transferência de energia e suprimento apropriados deste o começo até o crescimento do vegetal (PEREIRA; FONTES, 2005).

O nitrogênio e o fósforo atuam com liberação lenta comparando com o adubo mineral, visto que precisam da mineralização do teor orgânico, propiciando acesso ao longo do tempo, por tanto, as plantas usufruem de maiores benefícios (DAMATO JUNIOR et al., 2006). Os níveis de nitrogênio, fósforo e potássio são conduzidos no instante da formação das sementes, sendo assim, a utilização do adubo orgânico auxilia na sintetização e qualidade da semente (MAGRO et al., 2010).

A prática da compostagem na produção do adubo orgânico diminui a taxa de resíduos que seriam encaminhados de forma inadequada para lixões e aterros. A compostagem se mostra como uma alternativa viável e de baixo custo para esta produção. Portanto, debater esses assuntos desde as séries iniciais é de extrema relevância para que a educação ambiental realmente aconteça, sensibilizando pessoas através da propagação desse aprendizado e ajudando o meio ambiente.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Abordar assuntos como poluição, coleta seletiva, resíduos sólidos e compostagem junto às séries iniciais surge como de extrema importância para que a

educação ambiental de fato aconteça, sensibilizando pessoas e cuidando do meio ambiente.

A educação ambiental deve ser inserida e abordada em outras escolas da rede pública e/ou privada, a fim de tentar sensibilizar e informar desde os anos escolares iniciais, sobre os problemas e consequências causados pela disposição e destinação inadequada de resíduos sólidos, e dos resíduos sólidos orgânicos domiciliares, deixando claro que a compostagem é uma ótima opção para o tratamento destes resíduos.

A educação ambiental mais uma vez cumpriu o seu papel. Foi satisfatório o retorno obtido por parte dos estudantes. Após cada intervenção realizada, eles passaram a se questionar sobre atitudes tomadas na escola e em suas residências sobre a destinação correta que deveria ser dada aos resíduos sólidos. Na escola, os professores se mostraram bastante satisfeitos com o aprendizado e com a mudança de comportamento dos discentes, no que diz respeito a forma como os resíduos sólidos são tratados.

Todo o processo de compostagem ocorreu de forma satisfatória. Em um período de 104 dias aconteceu a estabilização do composto, que pôde ser classificado em rejeito, farelo e pó.

Todos os nutrientes, com exceção do teor de potássio, estavam de acordo com a Instrução Normativa nº 25/2009. Logo, pode-se afirmar o composto orgânico pode ser utilizado como adubo para as plantas.

O sistema de compostagem provou ser um ótimo meio de sanitização, pois os ovos de helmintos, fungos e mesoinvertebrados, além da alta prevalência de aracnídeos e insetos não foram mais observadas ao final do experimento.

O entendimento e a divulgação do que seja e de como funciona a compostagem é de grande importância biológica e social. No entanto, sugere-se que sejam realizados estudos complementares a respeito da fitotoxicidade do adubo orgânico produzido, antes da sua aplicação.

REFERÊNCIAS

ALCANTARA, A. J. O. **Composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos e caracterização química do solo da área de disposição final do município de Cáceres-MT**. Município de Cáceres-MT, 2010. 88f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais), Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres, 2010.

ARAUJO, E. C.S. **Avaliação das estratégias aplicadas a gestão integrada de resíduos sólidos no Bairro Malvinas, Campina Grande-PB**,2016. 100f.Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) -Universidade Estadual da Paraíba/UEPB, 2016.

ARAUJO, E.C.S. **Organismo que participam das diferentes fases do tratamento aeróbico de resíduos orgânicos domiciliares**,2018.175f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia Ambiental) - Universidade Estadual da Paraíba/UEPB. Campina Grande-PB, 2018.

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpezas Públicas e Resíduos Especiais. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2018/2019. **RUS: Coleta de Resíduos Sólidos Urbanos-RSU no Brasil**. São Paulo: Abrelpe. 2018, cap. 02, pág.11-23.

BERTOLDI, M.; VALLINI, G.; PERA, A. The biology of composting: a review. **Waste management e research**, v.1, p.157-176. 1983.

BRUNDTLAND, G.H. (Org). **Nosso futuro comum**. Rio de Janeiro: FGV,1987

BIDONE, F.A (Coord). **Resíduos Sólidos Provenientes de coletas especiais: eliminação e valorização**. Brasília: FINEP/ PROSAB, 2001. p.: 216.

BUDZIAK, C. R., MAIA, C. M. B. F. & MANGRICH, A. S. Transformações químicas da matéria orgânica durante a compostagem de resíduos da indústria madeireira. **Revista Química Nova**. 2004, vol.27, no.3. p.399-403.

BÜTTENBENDER, S. E. **Avaliação da compostagem da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos proveniente da coleta seletiva realizada no município de Angelina/SC**.2004.123f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

BATISTA, J.G.F.; BATISTA, E.R.B. **Compostagem: Utilização de compostos em horticultura**. Universidade dos Açores - Centro de Investigação e Tecnologias Agrárias dos Açores, 2007,252 págs.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Promulgada em 5 de outubro de 1988. Brasília. DF: Senado, 1988.

BRASIL. **Instrução Normativa Nº 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.

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Lei nº 12.305/1, de 2 de agosto de 2010.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente- MMA. **Manual para implantação de compostagem e de coleta seletiva no âmbito de consórcios públicos**. Brasília-DF, 2010.

BRASIL. Ministério da saúde. **Conselho Nacional da Saúde**. Resolução nº 466 de 12 de dezembro de 2012.

BERNAL, M.P.; ALBUQUERQUE, J. A.; MORAL, R. **Bioresource Technology**, v.100, p. 5444-5453, 2009.

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/MS**. 2007. 157f. Dissertação (Mestrado em hidráulica e saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2007.

BUG, T.D.H.; AHMAND, M.; HARDIMAN, E.M.; RAHMANPOUR, R. Pathways for degradation of lignin in bacteria and fungi. **Natural product reports**, v.18, n.12, p.1871-196, 2011.

BRITO, L.M. **Compostagem para a Agricultura Biológica II**. Manual de Agricultura Biológica- Terras de Bouro. 2015. Pág.21.

CHAVES, A.L.; FARIAS, M.L. Meio ambiente, escola e formação de professores. **Revista Ciências e Educação**, São Paulo, v.11, n.1.p.63-71, 2005.

CARTHY, G. M.; LAWLOR, P. G.; COFFEY, L.; NOLAN, T.; GUTIERREZ, M.; GARDINER, G. E. **Bioresource Technology**, v.102, p. 9059–9067, 2011.

COSTA, M. S. S. M.; DECARLI, L. D.; PELÁ, A. Compostagem de resíduos sólidos de frigorífico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v.13, n.1, p.100–107, 2009.

CARRINGTON, E.G. **Evolution of Suludege treatments for pathagem reduction**. Fenal Report. Luxembourg: European communitus, September, 44 p., 2001.

DAMATO JUNIOR, E. R.; VILLAS, B. R. L.; LEONEL, S.; FERNANDES, D. M. Alterações em propriedades de solo adubado com doses de composto orgânico sob cultivo de bananeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v. 28, n. 3, p. 546-549, 2006.

DEGHANI, R.; CHARKHLOO E.; SAFFARI, M.; MOUSAVIG, G.A.; POURBABAEI, M. Identification of fungal communities in producing compost by windrow metho. **Journal of Environmental Protection**. 2012.vol.03, nº1,7pág.2012.

DIAZ, L. F; BERTOLDI, M; BIBLINGMAIER, W.; STENTIFORD, E. **Compost Science and technology**. Waste management series, ed.8: Elsevier, 2007.

DUARTE, C. **Monitoramento e sensibilização de compostagem doméstica**. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Energia e do Meio Ambiente) - Escola Superior de Tecnologia e Gestão. Leira, 2014.

FERNANDES, F.; SILVA, S. M. C. P. **Manual prático para a compostagem de bio-sólidos**. Rio de Janeiro: ABES, 1999.84 p.

FARIAS, F.L.B.; BARROS, A.T. **Monitoramento de parâmetros físico-químico na compostagem de resíduos sólidos orgânicos domiciliares**. 25f.cota.2017/2018.Relatório de PIBIC-Universidade Estadual da Paraíba/UEPB. Campina Grande-PB, 2018.

GUERRA, F.L.; CUNHA, E.G.; SILVA, A.C.S.B.; KNOP, S. Análises das condições favoráveis à formação de bolor em edificações históricas de pelotas, RS, Brasil. **Revista Ambiente Construído**. Porto Alegre – RS.v.12, n.4, p.7-23,2012.

GOMES, I. **Comportamento de enterobactérias em sistema de tratamento aeróbico descentralizado de resíduos sólidos domiciliares 2019**. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia Ambiental) - Universidade Estadual da Paraíba/UEPB. Campina Grande-PB, 2019.

HECK; M. E. G.; HAHN, A. B. B; KLUGE, M.; SPILKI, F. R.; SAND, S. T. V. D. Temperatura de degradação de resíduos em processo de compostagem e qualidade

microbiológica do composto final. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, v. 17, n. 1, p. 54-59, 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Índice populacional**. Campina Grande-PB: diretoria de geociência.2010.

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem**: maturação e qualidade do composto. Piracicaba, 171p. 1998.

KUTZER, H. J. Microbiology of composting. In: REHM, H.J.; REED, G. **Biotechnology**: second, completely revised edition. Environmental processes III, A Multi-Volume Comprehensive Treatise, v. 11, second edition, 10942p. 2008.

JIMÉNEZ, E.I.; GARCIA, V.P. Relationships between organic carbon and total organic matter in municipal solid waste in the city refuse compost. **Bioresource Technology**, v.41, p.265-272,1992.

JUNKES, M. B. **Procedimentos para aproveitamento de resíduos sólidos urbanos em municípios de pequeno porte**. 2002. 116 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

LIMA e SILVA, P. P.; GUERRA, A. J. T.; MOUSINHO, P. **Dicionário brasileiro de ciências ambientais**. Rio de Janeiro,2008.251p.

LOPES, D. C. N.; VALENTE, B.S.; XAVIER, E. G.; MORSELLI, T.B. G. A.; JAHNKE, D.S.; JUNIOR, B.B.S.; CABERA, B.R.; MORÃES, P.O. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. **Revista Archivos de Zootecnia**.vol.59, p 59-85. Pelotas-RS, 2009.

LIMA JÚNIOR, R.G.S. **Estratégias de compostagem como pré-tratamento de resíduos sólidos orgânicos**. 2015.209f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE,2015.

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.

MATOS, A. T.; VIDIGAL, M.S.; SEDIYANA, M.A.N.; GARCIA, N.C.P.; RIBEIRO, M.F. Compostagem de alguns resíduos orgânicos, utilizando-se águas residuárias da suinocultura como fonte de nutrientes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, n. 2, p.199-203, 1998.

MAGALHÃES, M. A.; MATOS, A.T.; DENICULI, W.; TINOCO, I.F.F. Compostagem de bagaço de cana-de-açúcar triturado utilizado como material filtrante de águas residuárias da suinocultura. Campina Grande, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.10, n. 2, p.466–471, 2006.

MEDEIROS, A. C. **Avaliação do processo de co-compostagem de lodo de tanque sépticos unifamiliar e resíduos sólidos orgânicos**. 2009. 83f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia Ambiental) - Universidade Estadual da Paraíba/UEPB/PPGCTA, 2009.

MORALES, G. E.; WOLFF, M. Insects associated with the composting process of solid urban waste separated at the source. **Revista Brasileira de Entomologia**, v.54, n.4, p.645-653, 2010.

MAGRO, F. O.; ARRUDA, N.; CASA, J.; SALATA, A. C.; CARDOSO, A. I. I.; FERNANDES, D. M. Composto orgânico na produção e qualidade de sementes de brócolis. **Revista de Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 3, p. 596-602, 2010.

NEKLYUDO, A.D.; FEDOTOV, G.N.; IVANKIN, A.N. Intensification of composting processes by aerobic microorganisms: a review. **Applied Biochemistry and Microbiology**. v. 44, n.1.2008.

NASCIMENTO, C. **Sistema de Tratamento Descentralizado de Resíduos Sólidos Orgânicos no Bairro Malvinas, Campina Grande-PB**. 2015.100f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia Ambiental) - Universidade Estadual da Paraíba, 2015.

OSTROSHI, E. **Adução orgânica: reaproveitamento de resíduos animais e vegetais mediante uso da compostagem**. Produções didático – pedagógicas, pág.42. Rio Negro-PB,2013.

POLPRASERT, C. **Organic waste recycling**. New York: Jonh Wiley & Sons Ltda,1989,357p.

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

PEREIRA, P. R. G.; FONTES, P. C. R. **Nutrição mineral de hortaliças**. In: FONTES, P. C. R. Olericultura: teoria e prática. Viçosa: Ed. UFV, 2005. 486 p.

PIRES, A. M. M. **Uso agrícola de composto de lixo urbano: benefício ou prejuízo**. EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2006.

PARÁIBA. Secretária de Estado dos Recursos Hídricos do Meio Ambiente e da Ciência e Tecnologia. Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado da Paraíba: PERS. **Relatório Síntese**. João Pessoa-PB.2014, cap.7, item.7.2.4,pág.48.

REIS, M.F.P.; HOFFMANN, R.M.E.M.S. **A produção de composto orgânico em uma unidade de triagem e compostagem**. Revista Brasileira de Agroecologia, Rio Grande do Sul, v. 1, n. 1, p. 1057- 1060, 2006.

RUSSO, M.A.T. **Tratamento de resíduos sólidos**, 2003. 196f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal, 2003.

REBOLLIDO, R.; MARTÍNEZ, J.; AGUILERA, Y.; MELCHOR, K.; KOERNER, I.; STEGMANN, R. Microbial population during composting process of organic fraction of municipal solid waste. **Applied ecology and environmental research**, v.6, n.3, p. 61-67, 2008.

REZENDE, M. O. O. et al. Processo de Estabilização de Resíduos Orgânico: Vermicompostagem versus Compostagem. **Revista Química Nova**, v.36 n.5 São Paulo 2013.

SEDLBAUER, K. **Prediction of Mould Fungus Formation on the Surface of and Inside Building Components**. Holzkirchen: Fraunhofer Institute for Building Physics, pág.247. 2001.

SILVA, M. M. P. Instrumentos de pesquisa para identificação da percepção ambiental. In: SIMPÓSIO DE ETNOBIOLOGIA E ETNOECOLOGIA, v.4, 2002, Recife. **Anais...** Recife: UFPE, 2002.

SILVA, L.N. **Processo de compostagem com diferentes porcentagens de resíduos sólidos agroindustriais**.2007.70f. Dissertação (Mestrado em engenharia agrícola) -Universidade Estadual do Oeste do Paraná.Cascavel-Paraná.2007.

SILVA, M. M. P. **Tratamento de lodos de tanques sépticos por co-compostagem para os municípios do semiárido Paraibano: alternativa para mitigação de impactos ambientais**. 2008. 220f. Tese de Doutorado [Curso de Pós-Graduação em Recursos Naturais] - Universidade Federal de Campina Grande – PB, 2008.

SILVA, M. M. P.; SOUZA, J. T. de; CEBALLOS, B. S. O.; 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, 2010.

SILVA, M. M. P.; OLIVEIRA, A.G.; LEITE, V. D.; SOARES, L. M. P.; OLIVEIRA, S.C. Avaliação de Sistema de tratamento descentralizado de resíduos sólidos orgânico domiciliares em Campina Grande-PB. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 26,2011, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre-RGS: ABES, 2011.

SILVA, M. M. P.; SOUZA, D. M.; SILVA, P. A.; SILVA, E. H.; JUSTINO, E. D. Contaminação de resíduos sólidos orgânicos domiciliares gerados em domicílios situados na zona urbana de Campina Grande-PB. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL,27, 2013. **Anais.** Rio de Janeiro, 2013.

SESUMA. Secretaria de Serviços Urbanos e Meio Ambiente. Plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos do município de Campina Grande: PMGIRS Campina Grande. **SESUMA recolhe mais de 200 mil toneladas de lixo nas ruas de Campina Grande durante o ano.** Campina Grande, 2019.

TRAUTMANN, N. M.; KRASNY, M. **Composting in the classroom:** scientific inquiry for high school students. 126p.1997.Estados Unidos.1997.

WHO: WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Ivesting to overcome the global impact oof neglected tropical diseases. Third who reporto on neglected tropical diseases.** Document production services, Geneva, Switzerland,2015

ZERBINI, A.M.; CHERNICHARO, C.A.L.; VIANA, E.M. Estudo da remoção de ovos de helmintos e indicadores bacterianos em um sistema de tratamento de esgoto doméstico por reator anaeróbico e aplicação superficial no solo. In CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL,20,1999, Rio de Janeiro. **Anais...**Rio de Janeiro-RJ: ABES,1999.

APÊNDICE A - TERMO DE ASSENTIMENTO-TA



Termo de Assentimento (TA)

(OBS: Utilizado nos casos de Criança menor de 12 anos e/ou adolescentes de 12 a 18 anos completos).

Você está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa **EDUCAÇÃO AMBIENTAL ATRAVÉS DA COMPOSTAGEM**. Neste estudo pretendemos: *Envolver a comunidade escolar no estudo da compostagem, demonstrando a importância da educação ambiental para a melhoria da qualidade de vida, sensibilizar e buscar soluções para os problemas ambientais.*

O motivo que nos leva a estudar esse assunto é: **Buscar conhecimento e a divulgação do funcionamento da compostagem e de sua importância para o meio ambiente, assim como sensibilizar as pessoas, ecologicamente, diante da problemática dos resíduos sólidos (lixo), através da educação ambiental.**

Para este estudo adotaremos o(s) seguinte(s) procedimento(s): Será aplicado um questionário de sondagem com perguntas claras e objetivas com intuito de analisar o nível de conhecimento dos alunos, realização de palestras, brincadeiras e dinâmicas. Também será feito um estudo piloto com uso da compostagem como modelo a ser adotado para o reaproveitamento dos resíduos sólidos orgânicos. **Para participar deste estudo, o responsável por você deverá autorizar e assinar um termo de consentimento.** Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você será esclarecido (a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se. O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento. **A sua participação é voluntária** e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido (a) pelo pesquisador que irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Você não será identificado em nenhuma publicação. **O presente projeto oferece risco mínimo ao participante**, uma vez que se trata de uma pesquisa que não causará basicamente nenhum dano psicológico, físico ou social aos participantes, conforme preconiza a Resolução nº 466 do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde. Pelo contrário, a pesquisa objetiva conscientizar as crianças, desde cedo, sobre a importância da participação do ser humano na diminuição da poluição e no desenvolvimento sustentável.

Riscos referentes à integridade pessoal dos alunos, como: timidez, vergonha de falar em público, ansiedade, aversão aos resíduos sólidos orgânicos (nojo), falta de empatia em relação aos monitores ou atividades propostas serão minimizados, uma vez que a participação das crianças será voluntária. Nenhum discente será pressionado ou obrigado a se envolver em toda e qualquer fase do projeto em questão. Apesar disso, você tem assegurado o direito a ressarcimento ou indenização, no caso de quaisquer danos eventualmente produzidos pela pesquisa.

Os resultados estarão à sua disposição quando finalizada, sendo que seu nome ou o material que indique sua participação será mantido em sigilo. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos, e após esse tempo serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a

você. Este termo foi elaborado em conformidade com o Art. 228 da Constituição Federal de 1988; Arts. 2º e 104 do Estatuto da Criança e do Adolescente; e Art. 27 do Código Penal Brasileiro; sem prejuízo dos Arts. 3º, 4º e 5º do Código Civil Brasileiro.

Eu, _____, portador(a) do documento de Identidade _____ fui informado(a) dos objetivos do presente estudo de maneira clara. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações junto ao pesquisador responsável listado abaixo ou com o acadêmico **Maria Silva**, telefone: (83) 91203385 ou ainda com o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Estadual da Paraíba, telefone (83) 3315-3373. Estou ciente que o meu responsável poderá modificar a decisão da minha participação na pesquisa, se assim desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Campina Grande, 09 de abril de 2018.

Assinatura do (a) menor ou impressão dactiloscópica.

Assinatura Dactiloscópica do participante da pesquisa (OBS: utilizado apenas nos casos em que não seja possível a coleta da assinatura do participante da pesquisa).

Nome legível:
Endereço:
RG:
Fone:
Data ____/____/____

Campina Grande, 09 de abril de 2018



Assinatura do(a) pesquisador(a) responsável

APÊNDICE B - TERMO DE CONSETIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO-TCLE



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO-TCLE

OBS: menor de 18 anos ou mesmo outra categoria inclusa no grupo de vulneráveis)

Título da pesquisa: Educação Ambiental através da Compostagem

Pesquisador: Maria da Silva

Pesquisador Responsável (Orientador (a)): Prof^ª. Dr^ª.Adrienne Teixeira Barros

Pelo presente Termo de Consentimento Livre e Esclarecido eu, _____, em pleno exercício dos meus direitos autorizo a participação de _____ de _____ anos na Pesquisa “**ENSINANDO ZOOLOGIA “Educação Ambiental através da compostagem”**”.

Declaro ser esclarecido e estar de acordo com os seguintes pontos:

O trabalho **EDUCAÇÃO AMBIENTAL ATRAVÉS DA COMPOSTAGEM** terá como objetivo geral: **Envolver a comunidade escolar no estudo da compostagem, demonstrando a importância da educação ambiental para a melhoria da qualidade de vida, conscientização e busca de soluções para os problemas ambientais.**

Ao responsável legal pelo (a) menor de idade só caberá a autorização para aplicação de questionários de sondagem, palestras e brincadeiras voltadas para os alunos. Em nenhum momento os alunos irão tocar nos resíduos orgânicos, isso será tarefa exclusivamente dos monitores, como também sua autorização para apresentar os resultados deste estudo em eventos da área de educação e posteriormente sua publicação em uma revista científica. Durante a publicação dos resultados, seu nome será mantido em sigilo e mantidas sob a nossa guarda e responsabilidade.

Os riscos previstos conforme a Resolução CNS 466/12/ CNS/MS Item V, são: Esta pesquisa apresenta risco mínimo ao entrevistado, uma vez que não emprega nenhuma técnica invasiva à intimidade do indivíduo. Os questionários aplicados abordarão apenas sobre a metodologia de ensino utilizada na escola e durante as atividades lúdicas empregadas. Vale ressaltar que a participação nas brincadeiras e atividades propostas é voluntária.

O Responsável legal do menor participante da pesquisa poderá se recusar a participar, ou retirar seu consentimento a qualquer momento da realização do trabalho ora proposto, não havendo qualquer penalização ou prejuízo para o mesmo.

Será garantido o sigilo dos resultados obtidos neste trabalho, assegurando assim a privacidade dos participantes em manter tais resultados em caráter confidencial.

Não haverá qualquer despesa ou ônus financeiro aos participantes voluntários deste projeto científico e não haverá qualquer procedimento que possa incorrer em danos físicos ou financeiros ao voluntário e, portanto, não haveria necessidade de indenização por parte da equipe científica e/ou da Instituição responsável.

Qualquer dúvida ou solicitação de esclarecimentos, o participante poderá contatar a equipe científica no número (083) **98876-1615** com **ADRIANNE TEIXEIRA BARROS** ou ter suas dúvidas esclarecidas e liberdade de conversar com os pesquisadores a qualquer momento do estudo. Se houver dúvidas em relação aos aspectos éticos ou denúncias o Sr (a) poderá consultar o CEP/UEPB no endereço: Rua das Baraúnas, 351- Complexo Administrativo da Reitoria, 2º andar, sala 229, Bairro do Bodocongó - Campina Grande-PB nos seguintes dias: Segunda, terça, Quinta e Sexta-feira das 07h00 às 13h00.

Ao final da pesquisa, se for do meu interesse, terei livre acesso ao conteúdo da mesma, podendo discutir os dados, com o pesquisador, vale salientar que este documento será impresso em duas vias e uma delas ficará em minha posse.

Desta forma, uma vez tendo lido e entendido tais esclarecimentos e, por estar de pleno acordo com o teor do mesmo, dato e assino este termo de consentimento livre e esclarecido.

Assinatura do Pesquisador Responsável 

Assinatura do responsável _____
legal pelo menor

Assinatura do menor de idade _____

Assinatura Dactiloscópica do participante da pesquisa
(OBS: utilizado apenas nos casos em que não seja possível a coleta da assinatura do participante da pesquisa).



ANEXO A - PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DA
PARAÍBA - PRÓ-REITORIA DE
PÓS-GRADUAÇÃO E



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: EDUCAÇÃO AMBIENTAL ATRAVÉS DA COMPOSTAGEM

Pesquisador: Adrienne Teixeira Barros

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 83723318.4.0000.5187

Instituição Proponente: Universidade Estadual da Paraíba - UEPB

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.611.462

Apresentação do Projeto:

Projeto encaminhado para análise, ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual da Paraíba, com fins à obtenção de parecer favorável ao início das atividades propostas, do projeto de extensão, junto ao curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba – Campus I.

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo geral do projeto é “Envolver a comunidade escolar no estudo da compostagem, demonstrando a importância da educação ambiental para a melhoria da qualidade de vida, conscientização e busca de soluções para os problemas ambientais”. Como objetivos específicos, a pesquisadora apresenta: Utilizar a educação ambiental como forma de contribuir para a diminuição da poluição através da compostagem; A partir de aulas, utilizar a compostagem como método de ensino-aprendizagem na disciplina de Ciências; Utilizar a compostagem para através dela trabalhar temas como: poluição, coleta seletiva, reciclagem, compostagem, entre outros, e dessa forma contribuir com o nível de conhecimento dos alunos; Construir pilha de compostagem com os educandos; Aproveitar material tido como “inútil” para a produção de adubo orgânico a ser utilizado em pequenas plantações, favorecendo a ciclagem dos nutrientes; Formar, dentre os estudantes de graduação do Departamento de Biologia da UEPB, monitores e multiplicadores da educação ambiental, possibilitando-lhes a formação humanizada e o aprendizado com base na realidade, por meio da atuação voluntária.

Endereço: Av. das Baraúnas, 351- Campus Universitário
Bairro: Bodocongó **CEP:** 58.109-753
UF: PB **Município:** CAMPINA GRANDE
Telefone: (83)3315-3373 **Fax:** (83)3315-3373 **E-mail:** cep@uepb.edu.br