



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE LICENCIATURA E BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

DANIELLA MARQUES SOUZA

**INFLUÊNCIA DE COBERTURA NO DESEMPENHO DE SISTEMA DE
TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS DOMICILIARES
INSTALADO EM CAMPINA GRANDE-PB: UMA CONTRIBUIÇÃO À
SUSTENTABILIDADE TERRITORIAL.**

Campina Grande-PB

Outubro de 2012

DANIELLA MARQUES SOUZA

**INFLUÊNCIA DE COBERTURA NO DESEMPENHO DE SISTEMA DE
TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS DOMICILIARES
INSTALADO EM CAMPINA GRANDE-PB: UMA CONTRIBUIÇÃO À
SUSTENTABILIDADE TERRITORIAL.**

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

ORIENTADORA

Profa. Dra. Monica Maria Pereira da Silva

Campina Grande-PB

Outubro de 2012

S729i Souza, Daniella Marques.

Influência de cobertura no desempenho de sistema de tratamento de resíduos sólidos orgânicos domiciliares instalado em Campina Grande-PB [manuscrito] : uma contribuição à sustentabilidade territorial / Daniella Marques Souza. – 2012.

67 f. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2012.

“Orientação: Profa. Dra. Monica Maria Pereira da Silva, Departamento de Biologia”

1. Gestão de resíduos sólidos. 2. Lixo. 3. Políticas públicas. I. Título.

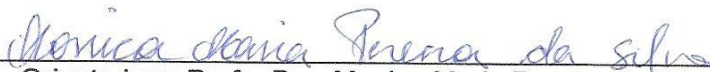
CDD 21. ed. 363.728

DANIELLA MARQUES SOUZA

**INFLUÊNCIA DE COBERTURA NO DESEMPENHO DE SISTEMA DE
TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS DOMICILIARES
INSTALADO EM CAMPINA GRANDE-PB: UMA CONTRIBUIÇÃO À
SUSTENTABILIDADE TERRITORIAL.**

Aprovado em 03/10/2012

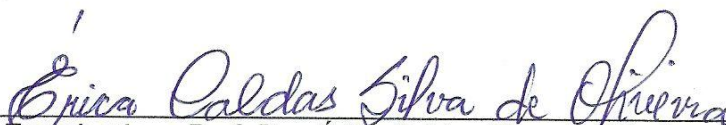
Banca Examinadora



Orientadora: Profa. Dra. Monica Maria Pereira da Silva
Departamento de Biologia/CCBS/UEPB



Examinadora: Profa. Dra. Valéria Veras Ribeiro
Departamento de Biologia/CCBS/UEPB



Examinadora: Prof. Dra. Érica Caldas Silva de Oliveira
Departamento de Biologia/CCBS/UEPB

Campina Grande-PB

Outubro de 2012

DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho à Deus,
Minha família, Meu noivo, e
a todos que contribuíram
para a realização desse sonho.*

AGRADECIMENTOS

À Deus, por todos os momentos de superação e discernimento, e por conceder que esse dia se tornasse realidade.

À minha família, em especial minha mãe, por todo apoio, sacrifício e ensinamento durante toda a minha caminhada.

Ao meu noivo, pelos momentos de incentivo e compreensão nas horas mais difíceis.

À todos os meus familiares, amigos e amigas que contribuíram e incentivaram para eu ir em busca dos meus objetivos.

À minha orientadora, Monica Maria, por ter me guiado nessa jornada de forma tão especial, e principalmente por ter confiado e acreditado em mim.

Ao grupo GIRES-Santa Rosa, por todos os momentos de força e união que fizeram com que esse trabalho se concretizasse.

À Sociedade de Amigos de Bairro de Santa Rosa, Clube de Mães Isa Leal e as famílias participantes do projeto, pelo empenho, disponibilidade e contribuição que foram fundamentais no decorrer deste trabalho.

Ao Programa de Incentivo à Pós-Graduação e Pesquisa (PROPESQ), pela Bolsa de Iniciação Científica.

À EXTRABES (Estação Experimental de Tratamento Biológico e Sanitário) por permitir a utilização do laboratório para a realização de uma das etapas que constituem este trabalho.

À todos do GGEA – Grupo de Extensão e de Pesquisa em Gestão e Educação Ambiental, pelos momentos de alegria, descontração e pela troca de conhecimentos.

A minha turma 2009.2, constituídas por futuros biólogos comprometidos verdadeiramente com o meio ambiente, em especial as minhas amigas Aluska Vieira, Bruna Monielly e Iamara Policarpo por todos os momentos vividos que vão estar guardados em minha memória.

À todos os mestres que passaram por minha vida estudantil, e que deixaram um pouco de si e da sua essência de conhecimento e sabedoria.

Agradeço a todos e a todas que contribuíram direta ou indiretamente para a realização desse sonho.

Muito Obrigada!

“Nada poderá me abalar

Nada poderá me derrotar

Pois minha força e vitória

Tem um nome

É Jesus...”

Eliana Ribeiro

RESUMO

O principal objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de cobertura no desempenho do Sistema de Tratamento Descentralizado de Resíduos Sólidos Orgânicos Domiciliares – SITRADERO, instalado no Bairro de Santa Rosa, no município de Campina Grande-PB. A pesquisa foi realizada de Março de 2011 a Agosto de 2012, e teve como critérios de comparação a análise do teor de umidade e de temperatura que são essenciais para a eficiência do processo de compostagem, além do exame de redução da quantidade de rejeito, tempo de biodegradação da matéria orgânica e qualidade do composto resultante. Os sistemas foram identificados pelas siglas C1 (sem cobertura) e C2 (com cobertura) e para ambos os ciclos foram utilizados os mesmos tratamentos T1 (estruturante: grama + farelo + rejeito) e T2 (estruturante: folhas + farelo + rejeito). Constatou-se que a implantação da cobertura no sistema de compostagem contribuiu significativamente para o aumento do tempo de duração da fase termófila, maior controle do teor de umidade, redução do tempo de estabilização da matéria orgânica e aumento do percentual de transformação de resíduos sólidos orgânicos em composto. Os tratamentos investigados nos dois ciclos atenderam aos propósitos da tecnologia estudada: estabilização e higienização. Foram eficientes em transformar resíduos sólidos orgânicos domiciliares (2.767 kg) em compostos com características adequadas ao uso agrícola (257.56 kg) e sem riscos de contaminação, tanto para o meio ambiente, quanto para o ser humano. A implantação do sistema de tratamento de resíduos sólidos orgânicos domiciliares em escala piloto no bairro de Santa Rosa, Campina Grande-PB com cobertura, favoreceu a redução dos fatores limitantes que provocam interferência no desenvolvimento dos organismos responsáveis pela degradação da matéria orgânica, contribuindo dessa forma, para a mitigação de impactos negativos, tais como: produção de chorume, controle do teor de umidade, redução da proliferação de insetos indesejáveis, aumento do tempo da fase termófila e de estabilização. Portanto, é essencial que as tecnologias de tratamento de resíduos sólidos orgânicos desenvolvidas em laboratórios sejam aplicadas em escala piloto, no sentido de confirmar a sua viabilidade e propiciar a incorporação nas políticas públicas locais.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos. Gestão Integrada. Compostagem.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the coverage influence on the performance of the System of Decentralized Processing Household Organic Solid Waste (SITRADERO), installed in the neighborhood of Santa Rosa, in the city of Campina Grande-PB. The research was made from March of 2011 to August of 2012, and it had as comparison criteria the analysis of humidity and temperature content which are essential to the efficiency of the composting process, besides the examination of reducing the amount of waste, biodegradation time of organic matter and quality of the resultant compound. The systems were identified by the abbreviations C1 (with no coverage) and C2 (with coverage) and for both cycles we used the same treatments T1 (structuring: grass + bran + waste) and T2 (structuring: leaves + bran + waste). It was found that the implantation of coverage in the composting system contributed significantly to increase the duration of the thermophilic stage, greater control of humidity content, reducing the stabilization time of the organic matter and increase in the percentage of transformation of solid waste into compost. The treatments investigated in both cycles have attended to the purposes of the studied technology: stabilization and sanitization. They were efficient in transforming household organic solid wastes (2.767 kg) into compounds with suitable characteristics for agricultural use (257,56 kg) and without danger of contamination, both for the environment and for humans. The implementation of the treatment system of household organic solid wastes in pilot scale in the neighborhood of Santa Rosa, Campina Grande-PB with coverage, has favored the reduction of the limiting factors which cause interference in the development of organisms responsible for the degradation of organic matter, thereby contributing, to mitigate negative impacts, such as: production of manure, control of humidity content, reducing the proliferation of unwanted insects, increasing the duration of thermophilic phase and stabilization phase as well. Therefore, it's essential that the organic solid wastes treatment technologies developed in laboratories be applied in pilot scale, in order to confirm its viability and facilitate the incorporation in the local public policies.

KEYWORDS: Solid Waste. Integrated Management. Composting.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fotos do Sistema de Tratamento Descentralizado de Resíduos Sólidos Orgânicos Domiciliares instalado no Bairro de Santa Rosa. Campina Grande-PB, maio de 2010, sem cobertura (SILVA et al., 2010).	36
Figura 2: Desenho esquemático do SITRADERO instalado no bairro de Santa Rosa. Campina Grande-PB. A: unidade de recepção de resíduos orgânicos; C: composteiras (C1, C2, C3 e C4) compartimentalizadas; B: compostário; D: unidade teste (SILVA et al., 2010).	37
Figura 3: Fotos do Sistema de Tratamento Descentralizado de Resíduos Sólidos Orgânicos Domiciliares com cobertura instalado no Bairro de Santa Rosa. Campina Grande-PB, março de 2012.	37
Figura 4: Adesivo identificador de residências cadastradas para doação de materiais recicláveis a ARENSA, Campina Grande-PB.	42
Figura 5: Valores semanais médios de teor de umidade para o Tratamento 1, referentes ao Ciclo 2, Campina Grande-PB, 2012.	46
Figura 6: Valores semanais médios de teor de umidade para o Tratamento 2, referentes ao Ciclo 2, Campina Grande-PB, 2012.	46
Figura 7: Valores semanais médios de teor de umidade para Tratamento 1, referentes ao Ciclo 1, Campina Grande-PB, 2011.	46
Figura 8: Valores semanais médios de teor de umidade para Tratamento 2, referentes ao Ciclo 1, Campina Grande-PB, 2011.	46
Figura 9: Valores semanais de STV para Tratamento 1, referentes ao Ciclo 2, Campina Grande-PB, 2012.	48
Figura 10: Valores semanais de STV para Tratamento 2, referentes ao Ciclo 2, Campina Grande-PB, 2012.	48
Figura 11: Valores semanais de STV para Tratamento 1, referentes ao Ciclo 1, Campina Grande-PB, 2011.	48
Figura 12: Valores semanais de STV para Tratamento 2, referentes ao Ciclo 1, Campina Grande-PB, 2011.	48
Figura 13: Valores de pH constatados semanalmente para o Tratamento 1, referente ao Ciclo 2, Campina Grande-PB, 2011.	49
Figura 14: Valores de pH constatados semanalmente para o Tratamento 2, referente ao Ciclo 2, Campina Grande-PB, 2011.	49
Figura 15: Valores de pH constatados semanalmente para o Tratamento 1, referente ao Ciclo 1, Campina Grande-PB, 2011.	49
Figura 16: Valores de pH constatados semanalmente para o Tratamento 2,	49

referente ao Ciclo 1, Campina Grande-PB, 2011.

Figura 17: Valores médios diários relativos aos níveis de temperaturas para o Ciclo 2, tratamento 1, Campina Grande-PB, 2012. 51

Figura 18: Valores médios diários relativos aos níveis de temperaturas para o Ciclo 2, tratamento 2, Campina Grande-PB, 2012. 51

Figura 19: Valores médios diários relativos aos níveis de temperaturas para o Ciclo 1, tratamento 1, Campina Grande-PB, 2011. 52

Figura 20: Valores médios diários relativos aos níveis de temperaturas para o Ciclo 1, tratamento 2, Campina Grande-PB, 2011. 52

Figura 21: Etapas de transformação de resíduos sólidos orgânicos domiciliares no SITRADERO, correspondente ao tratamento 1 (grama + farelo + rejeito): A) Montagem da leira; B) Adicionamento de 10% de estruturante; C) Presença de primeiras larvas de dípteros; D) Presença de fungos; E) Leira alcançando a fase de maturação; F) Composto pós-tratamento, devidamente estabilizado, higienização, peneirado e armazenado. 55

Figura 22: Logotipo referente à Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (GIRES) no Bairro de Santa Rosa, Campina Grande-PB, 2001 (SILVA et al., 2011). 56

Figura 23: Fotos referentes à entrega dos folders sobre resíduos sólidos às famílias no bairro de Santa Rosa, Campina Grande-PB, 2012. 58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Período de montagem e de conclusão das leiras do Ciclo 1 para avaliação do SITRADERO. Bairro de Santa Rosa, Campina Grande-PB, 2011.	39
Tabela 2: Período de montagem e de conclusão das leiras do Ciclo 2 para avaliação do SITRADERO. Bairro de Santa Rosa, Campina Grande-PB, 2012.	40
Tabela 3: Quantidade de resíduos sólidos orgânicos domiciliares coletada e encaminhada ao SITRADERO durante os dois ciclos de tratamento, em Santa Rosa, Campina Grande-PB. Agosto de 2012.	43
Tabela 4: Características dos compostos originados de resíduos sólidos orgânicos domiciliares produzidos no SITRADERO, no Ciclo 1, Campina Grande-PB, 2011.	53
Tabela 5: Características dos compostos originados de resíduos sólidos orgânicos domiciliares produzidos no SITRADERO, no Ciclo 2, Campina Grande-PB, 2012.	53
Tabela 6: Percentual de transformação de resíduos sólidos orgânicos domiciliares em composto obtido no SITRADERO, durante o Ciclo 1. Campina Grande-PB, 2011.	54
Tabela 7: Percentual de transformação de resíduos sólidos orgânicos domiciliares em composto obtido no SITRADERO, durante o Ciclo 2. Campina Grande-PB, 2012.	55
Tabela 8: Quantidade de ovos de helmintos identificada em resíduos sólidos orgânicos domiciliares coletados no bairro de Santa Rosa, Campina Grande-PB. Julho de 2011 e Agosto de 2012.	57
Tabela 9: Diversidade de ovos de helmintos encontrada nos resíduos sólidos orgânicos domiciliares coletados nas residências das famílias cadastradas do bairro Santa Rosa, Campina Grande-PB. Julho de 2011 a Agosto de 2012.	57
Tabela 10: Valores médios referentes aos resíduos sólidos recicláveis secos coletados em 46 residências participantes do projeto, a respectiva receita obtida e o total recolhido de março de 2011 a agosto de 2012	57

LISTA DE QUADROS

- Quadro 1:** Organização dos Ciclos avaliados no tratamento de resíduos sólidos orgânicos domiciliares coletados nas fontes geradoras, residências cadastradas no projeto. Bairro de Santa Rosa, Campina Grande-PB. Março de 2011 a Agosto de 2012. 38
- Quadro 2:** Descrição das siglas utilizadas para os tratamentos aplicados aos resíduos sólidos orgânicos em Santa Rosa, Campina Grande-PB. Março de 2011 a Agosto de 2012. 39
- Quadro 3:** Métodos e frequências de análise dos parâmetros físico, químicos e biológicos que foram adotados nos dois ciclos de compostagem. 41

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVOS	20
2.1 Geral	20
2.2 Específicos	20
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
3.1 Problemática dos Resíduos Sólidos no cenário atual	21
3.2 Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – metodologias que visam reduzir os impactos gerados pelos resíduos sólidos	24
3.3 A compostagem como alternativa viável de destinação final para os resíduos sólidos orgânicos	26
3.4 Fatores que influenciam o processo de compostagem	28
3.5 Educação Ambiental para o empoderamento e popularização de conhecimentos relacionados à Gestão Integrada de Resíduos Sólidos	33
4 METODOLOGIA	35
4.1 Caracterização da pesquisa	35
4.2 Caracterização da área de estudo	35
4.3 Análise da influência de cobertura no desempenho do Sistema de Tratamento de Resíduos Sólidos Orgânicos Domiciliares instalado em Santa Rosa, Campina Grande-PB	36
4.4 Avaliação dos impactos decorrentes da implantação da coleta seletiva no bairro de Santa Rosa, Campina Grande-PB	41
4.5 Análise dos dados	43
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
5.1 Avaliação da influência de cobertura no desempenho do Sistema de Tratamento Descentralizado de Resíduos Sólidos Orgânicos Domiciliares – SITRADERO, instalado no Bairro de Santa Rosa, no município de Campina Grande-PB	45

5.1.1 Teor de umidade	45
5.1.2 Sólidos Totais Voláteis (STV)	47
5.1.3 pH	48
5.1.4 Temperatura	50
5.1.5 Avaliação da qualidade do composto produzido no SITRADERO do bairro de Santa Rosa, Campina Grande-PB	53
5.2 Impactos decorrentes da seleção dos resíduos sólidos orgânicos na fonte geradora no bairro de Santa Rosa, Campina Grande-PB	55
5.3 Empoderamento e popularização de conhecimentos científicos relacionados à Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Domiciliares, em Campina Grande-PB	58
6 CONCLUSÕES	60
REFERÊNCIAS	62

1 INTRODUÇÃO

O cenário ambiental vem sendo marcado por vários problemas que põem em risco os sistemas ecológicos e sociais, provocando significativos impactos negativos ao meio ambiente. Entretanto, como afirma Gadotti (2005), apenas nas últimas décadas a sociedade passou a ter maior consciência ecológica, devido aos graves problemas sócio-ambientais e as críticas ao modelo de desenvolvimento.

Essa verdadeira “crise ambiental” que estamos vivenciando e que coloca em risco a existência de qualquer forma de vida na Terra evidencia a insustentável relação sociedade/natureza, fruto das inúmeras atitudes e escolhas inadequadas que o ser humano vem realizando há anos; destacando o paradigma econômico vigente que se caracteriza pela busca incessante de lucros, poder e liderança, mesmo que para isso seja necessário desrespeitar as leis da natureza e a ética social, colocando a mercê as questões socioambientais, o que reflete exatamente a pobreza, a miséria e a exclusão social de grande parte da população mundial, levando à perda da qualidade de vida, além do gradativo depauperamento dos recursos naturais (BERNARDES *et al.*, 2005; GADOTTI, 2005; PENELUC; SILVA, 2008).

O consumismo desenfreado, a produção de descartáveis e tecnologias que, propositalmente, possuem tempo de uso reduzido e a estimulação para a aquisição de produtos supérfluos, refere-se à lógica do capitalismo, o que acaba propiciando elevada geração de resíduos e provocando efeitos negativos à sociedade e ao meio ambiente (PENELUC; SILVA, 2008). Silva *et al.* (2011) declaram que a maioria dos resíduos sólidos gerada apresenta potencial poluente e contaminante, necessitando de gestão eficiente e adequada para eliminar e/ou minimizar os possíveis riscos que possam afetar a saúde ambiental e humana, decorrente da destinação inadequada desses resíduos.

De acordo com Silva *et al.* (2010), a maior parte dos resíduos sólidos produzida no Brasil e em outros países pode ser reutilizada ou reciclada, favorecendo a reintrodução desse material ao setor produtivo, além de beneficiar os catadores e as catadoras de materiais recicláveis, servindo como fonte de renda

para os mesmos, porém, essa alternativa não se efetiva, refletindo-se na disposição final inadequada e em consequentes impactos socioambientais negativos.

Andrade e Ferreira (2011) afirmam que cidades que apresentam gestão deficiente de resíduos sólidos podem sofrer inúmeras consequências, como poluição atmosférica, causada pela geração de gases nocivos, odores desagradáveis; poluição hídrica, resultante do chorume proveniente de “lixões” e do lançamento direto dos resíduos no ambiente; contaminação e degradação do solo; desvalorização imobiliária das áreas próximas aos locais de disposição de resíduos, além da proliferação de doenças causados pela atração de vetores associados aos resíduos sólidos.

Segundo dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE, em 2010, o Brasil chegou a produzir 60,8 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos, destes, 6,7 milhões de toneladas não foram coletadas pelos serviços de coleta do país e acabaram recebendo um destino incerto, dispostos em terrenos baldios, rios, córregos, comprometendo o bem-estar ambiental e humano.

Na região Nordeste, a quantidade gerada diariamente de resíduos sólidos atingiu 50.045 toneladas, deste total, 38.118 toneladas/dia foram coletados, sendo a maior parte destinada de maneira inadequada, dispostos em lixões e aterros controlados que não possuem conjuntos de medidas necessárias para proteger o meio ambiente de contaminações. E, especificamente no estado da Paraíba, a geração de resíduos sólidos urbanos atingiu 3.215 toneladas/dia, coletados apenas 2.601 toneladas/dia que tiveram como destino final: 29,7% aterro sanitário, 36,5% aterro controlado e 33,8% lixão (ABRELPE, 2010).

No município de Campina Grande-PB até 2011, como não dispunha de aterro sanitário, forma mais adequada para a destinação dos resíduos gerados na cidade, desde que as demais etapas que constituem a gestão integrada de resíduos sólidos sejam observadas, nem de outras formas de acondicionamento para estes resíduos, os mesmos eram dispostos a céu aberto no “Lixão do Mutirão” pertencente à Prefeitura Municipal (PEREIRA; MELO, 2008). A partir de Janeiro de 2012, os resíduos produzidos estão sendo encaminhados ao aterro sanitário, localizado em

Puxinanã, distante 15 km de Campina Grande-PB, ainda sem seleção prévia, portanto, todo misturado (PEREIRA, 2012).

Segundo Leite *et al.* (2007) no ano de 2007 eram encaminhados ao lixão da cidade sem nenhuma seleção prévia e tratamento, diariamente 184,14 toneladas de resíduos sólidos domiciliares, desde total, 75,44% correspondiam a resíduos orgânicos (138,92 ton/dia).

No bairro de Santa Rosa, Campina Grande-PB, de acordo com as pesquisas realizadas por Silva *et al.* (2010); Silva *et al.* (2011a), a produção *per capita* diária de resíduos sólidos domiciliares é em média de 0,50 kg, produzindo 5.739 kg que eram destinados diariamente ao lixão da cidade, sem o devido tratamento, sendo a maior parte dos resíduos gerada (92,9%) passíveis de reutilização ou reciclagem (resíduos de papéis, plásticos, metais, vidros e orgânicos).

O problema torna-se mais agravante, como destacam Silva *et al.* (2010); Silva *et al.* (2011a), quando é considerada a quantidade de resíduos sólidos orgânicos produzida e não aproveitada, cujo percentual ultrapassa a 50% dos resíduos sólidos gerados nos centros urbanos, a exemplo do que vem ocorrendo no bairro de Santa Rosa, cujo percentual correspondeu a 80% do total de resíduos gerado diariamente. As autoras acrescentam que o acúmulo desses resíduos em áreas impróprias, favorece a ação de organismos anaeróbios, conseqüentemente, contribui para a geração de chorume e gases indesejáveis, mas quando os resíduos são tratados de forma adequada podem ser transformados em compostos sanitizados e com características agronômicas ideais à aplicação em diferentes tipos de solo.

Neste contexto, Silva *et al.* (2011b) afirmam que para diminuir os problemas relacionados à disposição inadequada dos resíduos sólidos, a solução mais indicada é a gestão integrada de resíduos sólidos que propõe como alternativa a coleta seletiva e a compostagem aliados ao processo de Educação Ambiental. Constituindo uma ferramenta integradora e principalmente, transformadora que interliga a população ao empoderamento de tecnologias que possam promover impactos positivos relacionados ao gerenciamento adequado e sustentável dos resíduos sólidos; tornando-se, segundo Peneluc e Silva (2008) um meio de mediação entre os diferentes atores sociais, necessária para a mudança de percepção e para a

construção de atitudes ambientalmente corretas e desejadas, como afirmam Silva (2008) e Silva *et al.* (2011b).

No intuito de contribuir para a redução dos problemas relacionados à ausência de gestão de resíduos sólidos, foi instalado no bairro de Santa Rosa, Campina Grande-PB em escala experimental e piloto, um sistema descentralizado de tratamento de resíduos sólidos orgânicos domiciliares (SITRADERO), construído em alvenaria e constituído de quatro composteiras, unidade de recepção, unidade de armazenamento temporário do composto resultante, e unidade teste, que permite a transformação de resíduos sólidos orgânicos domiciliares em compostos estabilizados e higienizados que comumente seriam encaminhados ao lixão da cidade, sobretudo com qualidade sanitária e agrônômica segura, podendo ser utilizados sem o possível risco de contaminação (SILVA *et al.*, 2011).

Contudo, a ausência de cobertura no SITRADERO, como declaram Silva *et al.* (2011), submete o sistema aos diferentes fatores ambientais, como por exemplo, temperatura ambiente, exposição excessiva à radiação solar e à chuva, o que provoca rupturas das indicações previstas na literatura, retardando o processo de estabilização dos resíduos sólidos orgânicos, o que constitui um entrave ao desempenho do processo de compostagem. Pois, Silva *et al.* (2011, p.72) ressaltam que: “ao considerar os princípios da tecnologia de compostagem, entende-se que as condições, nas quais está submetido o sistema é essencial para a efetivação do nicho ecológico de diferentes organismos autóctones, responsáveis, sobretudo, pela transformação de matéria orgânica em inorgânica, favorecendo a sua utilização pelos vegetais”.

Dentre os questionamentos que motivaram a elaboração do presente projeto, destacaram-se: a cobertura do sistema de tratamento de resíduos sólidos orgânicos domiciliares influenciará no desempenho do processo de compostagem? Contribuirá no controle do teor de umidade e no aumento de temperatura? A quantidade de rejeito gerada no final do processo de compostagem reduzirá, assim como o tempo de biodegradação da matéria orgânica? E o composto resultante será de qualidade, devidamente higienizado e estabilizado?

Logo, o presente projeto teve como objetivo principal avaliar a influência de cobertura no desempenho do Sistema de Tratamento Descentralizado de Resíduos Sólidos Orgânicos Domiciliares – SITRADERO, implantado em escala piloto num bairro de Campina Grande-PB, visando contribuir para a maior eficiência do sistema.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar a influência de cobertura no desempenho do Sistema de Tratamento Descentralizado de Resíduos Sólidos Orgânicos Domiciliares – SITRADERO, instalado no Bairro de Santa Rosa, no município de Campina Grande-PB.

2.2 Específicos

- Analisar a influência de cobertura no desempenho do Sistema de Tratamento de Resíduos Sólidos Orgânicos Domiciliares instalado no Bairro de Santa Rosa, Campina Grande-PB, no que se refere ao controle do teor de umidade e temperatura, redução da quantidade de rejeito e do tempo de biodegradação e na qualidade do composto resultante;
- Avaliar os impactos decorrentes da seleção dos resíduos sólidos orgânicos na fonte geradora no bairro de Santa Rosa, Campina Grande-PB, visando contribuir para a sustentabilidade da gestão integrada de resíduos sólidos;
- Contribuir para o empoderamento e popularização de conhecimentos científicos relacionados à Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Domiciliares, em Campina Grande-PB.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Problemática dos Resíduos Sólidos no cenário atual

O modelo econômico, o processo de globalização e o próprio crescimento populacional que se deu de forma não planejada têm causado desastrosas consequências sociais, ecológicas e econômicas, originando a crise ambiental que está diretamente ligada às práticas insustentáveis, que são incompatíveis com os princípios que regem a sustentabilidade (BERNARDES *et al.*, 2005; GADOTTI, 2005; SILVA L, 2009).

O surgimento de novas técnicas e os processos de produção e consumo que refletem os hábitos da sociedade moderna contribui de várias maneiras para agravar a deterioração do meio ambiente, principalmente em relação à elevada geração de resíduos (GADELHA *et al.*, 2008; SILVA; JOIA, 2008).

Os resíduos gerados pela sociedade têm atingido quantidades excessivas e impressionantes, sendo responsável por um dos mais graves problemas e desafios de ordem ambiental na atualidade (GADELHA *et al.*, 2008).

No Brasil, segundo dados da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), entre 2009 e 2010 houve um aumento expressivo de 6,8% da geração de resíduos sólidos urbanos, o que representa em média 378 kg de resíduos produzidos ao ano por cada brasileiro. E na região Nordeste, a geração de resíduos apresentou um crescimento de 2,8%, atingindo a média de 1,289 kg por habitantes ao dia. A situação é agravante, considerando que 61% dos municípios brasileiros ainda destinam inadequadamente seus resíduos em lixões e aterros controlados que não possuem tecnologias remediadoras dos impactos que essa prática causa ao meio ambiente (ABRELPE, 2010).

Em Campina Grande-PB a situação não é diferente, como afirmam Pereira e Melo (2008), o município não possui locais e sistemas adequados para a disposição final de seu resíduos, o que caracteriza a ausência e/ou ineficiência de políticas públicas e controle dos órgãos ambientais em relação à gestão dos resíduos produzidos, acarretando prejuízos à saúde pública e ambiental. Principalmente, se levarmos em consideração a quantidade de resíduos sólidos orgânicos produzida

diariamente no município, que segundo Leite *et al.* (2007) atinge cerca de 138,92 toneladas, as quais são destinadas em áreas impróprias.

Silva *et al.* (2011d) afirmam que a maioria dos resíduos provenientes das atividades humanas apresenta potencial poluente e contaminante, embora os resíduos sólidos orgânicos sejam os mais preocupantes quando não gerenciados, pois possuem alta concentração de matéria orgânica e organismos patógenos, contribuindo para a contaminação do ambiente, de resíduos sólidos passíveis de serem reaproveitados ou reciclados, e favorece a proliferação de vetores que transmitem doenças ao ser humano. Além de ser uma fonte de emissão do gás metano (CH₄), resultante da decomposição da matéria orgânica (LOPES, 2007).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei 12.305/10, em seu Art.47, proíbe o lançamento dos resíduos sólidos ou rejeitos em quaisquer corpos hídricos, *in natura* a céu aberto, além da queima em locais não licenciados para essa finalidade (BRASIL, 2010a).

Segundo Gadelha *et al.* (2008), se observarmos a legislação ambiental em vigor em nosso país, o descarte de resíduos sólidos com tratamento prévio podem ter como destinação final: o aterro sanitário, onde possui técnicas sanitárias e procedimentos técnico-operacionais (impermeabilidade do solo, compactação e cobertura diária das células de resíduos, coleta e tratamento de gases e de chorume, entre outros) com a finalidade de evitar os impactos negativos da deposição final dos resíduos; a reciclagem orgânica, pelo processo da compostagem da parcela orgânica produzida; a reciclagem industrial, orientado na reciclagem e reutilização de materiais, na substituição de embalagem descartáveis por materiais recicláveis que leva a economia de matéria prima, e por fim, o processo de esterilização que permite a desinfecção de resíduos patogênicos.

Entre os municípios brasileiros, as técnicas mais utilizadas para o tratamento e a destinação final dos resíduos sólidos produzidos destacam-se os lixões, os aterros controlados, os aterros sanitários e as usinas de triagem que utilizam o processo da reciclagem e da compostagem, ou até mesmo da incineração (LOPES, 2007).

Para o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2002), o aterro sanitário consiste no local mais apropriado para a disposição final de resíduos coletados, confinando-os com segurança, por possuir critérios de engenharia e normas operacionais específicas que minimizam a contaminação e poluição ao meio ambiente. O aterro controlado é o local onde se despeja o resíduo tendo o cuidado apenas em cobrir o material com uma camada de terra, o que não difere muito do lixão ou vazadouro a céu aberto onde há a disposição de resíduos sobre o terreno sem qualquer cuidado ou técnica especial (IBGE, 2002).

O aterro sanitário mesmo utilizando técnicas específicas para destinação de resíduos sólidos pode comprometer a saúde da população e a degradação dos recursos naturais, caso não seja devidamente monitorado (SILVA L, 2009).

De acordo com Lopes (2007), o aterro controlado embora apresente um arranjo tecnológico e ambiental relativamente melhor do que o lixão, ainda contamina o meio ambiente e compromete a saúde pública, pois durante visitas técnicas a alguns locais oficialmente denominados de aterro controlado, o autor percebeu que a maioria das áreas trata-se de ex-lixões que são apenas cobertos por terra e outros materiais, os quais continuam produzindo elementos tóxicos no subsolo, contaminando os recursos hídricos e emitindo CH₄ na atmosfera.

Tendo por base o cenário atual, o descarte dos resíduos sólidos sem tratamento acarreta riscos à saúde pública, ao meio ambiente e à qualidade de vida das populações (SANCHES *et al.*, 2006), através da poluição de águas superficiais e subterrâneas, por meio da percolação do chorume gerado pela decomposição da matéria orgânica presente nos resíduos sólidos (PEREIRA; MELO, 2008); poluição do solo, alterando suas características físico-químicas; poluição do ar pela formação de gases indesejáveis (GADELHA *et al.*, 2008), além de desperdiçar energia, mão-de-obra e recursos naturais, considerando os materiais que poderiam retornar ao setor produtivo (SILVA L, 2009).

A situação evidencia a urgência em adotar ações que solucionem os inúmeros problemas ocasionados pela geração de resíduos sólidos, através de um sistema educacional que defina políticas de gestão e gerenciamento adequado para

o manejo dos resíduos, assegurando melhoria na qualidade de vida e proteção à saúde pública e ambiental (SANCHES *et al.*, 2006).

De acordo com Silva *et al.* (2011b), a gestão integrada de resíduos sólidos representa a solução mais indicada para solucionar os impactos negativos oriundos desde a geração até a disposição inadequada dos resíduos sólidos, pois se trata de metodologias que propõem a coleta seletiva e a compostagem aliados ao processo de Educação Ambiental.

3.2 Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – metodologias que visam reduzir os impactos gerados pelos resíduos sólidos

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei 12.305/10 em seu Art.3, define gestão integrada de resíduos sólidos como um conjunto de ações que busca soluções para os problemas ocasionados pelos resíduos sólidos, considerando as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, fundamentada no controle social e na premissa do desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2010a).

Peneluc e Silva (2008) associam a gestão dos resíduos sólidos ao processo de controle, produção, armazenamento, recolha, transferência, transporte, processamento, tratamento e destino final dos resíduos sólidos, de acordo com os princípios de preservação da saúde pública, economia, engenharia, conservação dos recursos, estética, além dos ambientais, exigindo assim, soluções interdisciplinares. Os autores acrescentam que para o desenvolvimento de modelos integrados e sustentáveis que solucionem essa questão é preciso considerar também o momento da geração dos resíduos, impulsionando a redução do consumo, até o reaproveitamento e a reciclagem de materiais.

Lopes (2007) afirma que para implantar a gestão que minimize os impactos negativos gerados pela produção de resíduos urbanos é necessário envolver todos os setores que formam a sociedade, uma vez que todos são responsáveis pela geração de resíduos, e analisar os fatores que são interligados e indissociáveis desse processo, como as questões ambientais, econômicas, sociais, jurídicas, políticas, tecnológicas e culturais.

A elaboração de um sistema de gerenciamento integrado de resíduos sólidos requer planejamento e estratégias para promover a sua aplicabilidade, a partir do conhecimento das alternativas e tecnologias disponíveis, dos custos econômicos e ambientais para cada região (BRAGA; RAMOS, 2006). Tendo como finalidade reduzir ao máximo a quantidade de resíduos sólidos transformada em lixo e assim, minimizar os custos operacionais e os impactos sobre a saúde do meio ambiente (LOPES, 2007).

A gestão integrada de resíduos sólidos propõe a separação dos resíduos na fonte geradora por meio da coleta seletiva (ANDRADE; FERREIRA, 2011), que direciona os resíduos com potencialidades econômicas (papel, papelão, plástico, vidro e metal) aos setores de reciclagem e reutilização (SILVA; JOIA, 2008), os resíduos sólidos orgânicos à compostagem (SILVA *et al.*, 2011b), e apenas aqueles resíduos que não possuem viabilidade econômica, o lixo propriamente dito, é que pode ser direcionado ao aterro sanitário (SILVA L, 2009). Pois aterrar materiais que podem ser encaminhados à reciclagem e/ou à compostagem, além de desperdiçar recursos naturais, mão de obra, e energia, diminui a vida útil dos aterros (SILVA *et al.*, 2011).

Segundo Silva *et al.* (2011c), os catadores e as catadoras de materiais recicláveis embora, na maioria das vezes, submetidos às precárias condições de trabalho e vida, desempenham um papel fundamental no processo de gestão dos resíduos sólidos, a partir de atividades que permitem a reintrodução dos recursos naturais no setor produtivo, e que beneficia o meio ambiente, a economia e à sociedade.

Fadini e Fadini (2001) afirmam que o processo de reciclagem promove inúmeros benefícios ao meio ambiente, assim como, a geração de empregos e renda aos agentes envolvidos no processo, mas deve ser encarado como um elemento dentro de um conjunto de soluções, e não como a principal solução para a questão dos resíduos.

A implantação de tecnologias de baixo custo, fácil operação, e que se desenvolva de maneira descentralizada, no intuito de fazer com que todos os responsáveis se sintam parte integrante do processo, pode transformar a

problemática dos resíduos em pontos positivos para a sociedade local, a exemplo do sistema de tratamento descentralizado de resíduos sólidos orgânicos que por meio do processo de compostagem que estar dentro dos princípios de prevenção, precaução e sustentabilidade territorial, transforma resíduos sólidos orgânicos em compostos sanitizados e com características agronômicas viáveis à aplicação em diferentes tipos de solos (SILVA *et al.*, 2010).

3.3 A compostagem como alternativa viável de destinação final para os resíduos sólidos orgânicos

A compostagem é um processo de decomposição biológico, aeróbio e controlado de transformação de resíduos sólidos orgânicos em produto estabilizado e higienizado para uso agrícola, com propriedades e características diferentes do material que lhe deu origem (REIS, 2005).

O processo de compostagem promove o reaproveitamento da matéria orgânica, a redução do volume de resíduos destinados incorretamente aos lixões e aterros sanitários, além de devolver ao solo os nutrientes dos quais ele necessita, através do composto resultante que é devidamente estável, rico em nutrientes e isento de microrganismos patogênicos (OLIVEIRA, 2003; SILVA *et al.*, 2011d).

De acordo com as pesquisas realizadas por Silva *et al.* (2010a), os resíduos sólidos orgânicos podem apresentar patógenos que comprometem a qualidade sanitária do meio ambiente, como mostra a análise feita pelos autores em municípios do semiárido paraibano, onde foram registrados a prevalência de ovos de helmintos em resíduos sólidos orgânicos domiciliares, a exemplo de ovos de *Ancylostoma sp.*, *Enterobius vermiculares*, *Fasciola hepática* e *Ascaris lumbricoides*, com alto percentual de viabilidade (cerca de 95,42%), comprovando que os resíduos sólidos orgânicos domiciliares constituem importante fonte de contaminação a saúde ambiental e humana (SILVA *et al.*, 2010a).

O conhecimento dos agentes patogênicos e de sua viabilidade permite avaliar o potencial de risco de infecção, a qual o ser humano e outros animais estão submetidos, e os ovos de helmintos destacam-se por causar maior preocupação

(FERNANDES; SILVA, 1999), pois apresentam alto grau de resistência ao estresse ambiental, principalmente os de *Ascaris*, são resistentes a fatores químicos e ambientais, que normalmente destroem bactérias e vírus, sendo assim, quando se atinge a inativação ou inviabilidade dos ovos de *Ascaris*, provavelmente todos os outros tipos de microrganismos patogênicos foram inativados (SILVA, 2008a).

A análise em relação aos ovos de helmintos no composto final da compostagem não pode ser negligenciada, uma vez que servirá para analisar a eficiência do processo, considerando os fatores essenciais à limitação da persistência dos microrganismos patogênicos (SILVA, 2008a).

A biodegradação da matéria orgânica caracteriza-se em um processo dinâmico e complexo realizado por microrganismos: bactérias, actinomicetos e fungos (FERNANDES; SILVA, 1999; OLIVEIRA, 2003; SANCHES *et al.*, 2006), e mesoinvertebrados: larvas e pupas de dípteros, formigas e ácaros (SILVA *et al.*, 2011e), que vão se instalando de acordo com as características do meio, e transformam a matéria orgânica em CO₂, biomassa, calor e um produto final estável (FERNANDES; SILVA, 1999; OLIVEIRA, 2003).

Os mesoinvertebrados além de degradarem matéria orgânica no processo de compostagem, promovendo a estabilidade do substrato, desempenham através da relação de predatismo, papel importante na redução de microrganismos patogênicos (SILVA *et al.*, 2011e).

A matéria orgânica inicialmente é degradada por meio da digestão ou degradação ativa, correspondente à fase de fermentação, na qual o material alcança o estado de bioestabilização, obtendo-se o chamado composto cru, e posteriormente, atingindo a fase de maturação, no qual a matéria atinge a humificação, estado em que o composto apresenta melhores condições para ser utilizado na agricultura sem quaisquer riscos de contaminação (OLIVEIRA, 2003; SANCHES *et al.*, 2006).

A aplicação de composto imaturo ao solo pode causar imobilização microbiológica de nitrogênio, além de provocar decréscimo na concentração de oxigênio no solo, criando um ambiente redutor capaz de aumentar a solubilidade de metais pesados, que em concentrações elevadas no solo pode afetar o

desenvolvimento de plantas, em decorrência, à avaliação da maturidade do composto de resíduos sólidos orgânicos tem sido reconhecida como um dos mais importantes fatores a ser avaliado, relacionados ao processo de compostagem e utilização agrícola do produto final (ATAÍDE *et al.*, 2011; OLIVEIRA, 2003).

As tecnologias de implantação do processo de compostagem podem variar de simples e manuais sistemas, até sistemas complexos e altamente tecnificados, como afirmam Fernandes e Silva (1999), os processos podem ser divididos em três sistemas: o Sistema de leiras revolvidas (*windrow*) que representa o sistema mais simples, onde a mistura de resíduos é disposta em leiras que são revolvidas periodicamente para promover a aeração do composto, o Sistema de leiras estáticas aeradas (*static pile*), onde a mistura a ser compostada é colocada sobre uma tubulação perfurada e a aeração necessária é fornecida por sistema de injeção de ar através de pressão ou por sucção, não havendo revolvimento mecânico das leiras, e o Sistema fechado ou reatores biológicos (*In-vessel*), onde os resíduos são colocados dentro de sistemas fechados, que permitem o maior controle sobre todos os parâmetros importantes para o processo, é considerado o sistema de maior eficiência no controle de odores e patógenos. Os autores acrescentam que para a produção de um composto de qualidade não é obrigatoriamente necessário tecnologias sofisticadas, mas um bom controle e monitoramento do processo biológico de compostagem (FERNANDES; SILVA, 1999).

E por se tratar de um processo biológico, a compostagem pode ser afetada por fatores ambientais que influenciam diretamente a atividade dos microrganismos, refletindo no desenvolvimento e na eficiência do processo (SANCHES *et al.*, 2006).

3.4 Fatores que influenciam o processo de compostagem

As principais influências sobre o processo de compostagem decorrem da temperatura, aeração, umidade, potencial hidrogeniônico (pH), e relação carbono-nitrogênio (C/N) que necessitam estar em níveis satisfatórios para que os microrganismos encontrem condições favoráveis para se desenvolverem e degradarem a matéria orgânica (FERNANDES; SILVA, 1999; OLIVEIRA, 2003; REIS, 2005; SANCHES *et al.*, 2006; SANTOS, 2007; SILVA L, 2009).

A temperatura consiste em uma importante variável no processo de compostagem, principalmente em relação à dinâmica das populações de microrganismos que vão se sucedendo no decorrer do processo (OLIVEIRA, 2003).

De acordo com a atuação dos microrganismos sobre a matéria orgânica, a temperatura passa por níveis psicrófilos (10-20°C); mesófilos (20-45°C) e termófilos (>45°C). Inicialmente, bactérias adaptadas a baixas temperaturas (<20°C) instalam-se no processo de compostagem, seguido de bactérias mesófilas que iniciam a quebra de carboidratos, provocando a liberação de calor e, conseqüentemente, o aumento gradativo da temperatura, que propicia condições favoráveis para a instalação de bactérias e fungos termófilos, entretanto, temperaturas superiores a 70°C inativam fungos, actinomicetos e muitas bactérias, sobrevivendo apenas algumas bactérias em forma de esporos. Com a redução da matéria orgânica, há diminuição da temperatura, logo os actinomicetos começam a dominar, elevando a temperatura na superfície, por meio da quebra de compostos resistentes que não foram degradados pelos fungos, além da instalação de outras populações que completam o processo de compostagem, concluindo a formação do composto (SILVA, 2008a).

O aquecimento no sistema de compostagem ocorre naturalmente, em função do processamento do material pelos microrganismos que possuem metabolismo exotérmico (REIS, 2005). E representa um indicativo importante do equilíbrio biológico, de fácil monitoramento e que reflete a eficiência do sistema enquanto eliminador de patógenos (FERNANDES; SILVA, 1999; SILVA L, 2009). Pois, altas temperaturas são essenciais para promover a destruição de ovos de helmintos (SILVA, 2008a).

Segundo Reis (2005), alguns autores afirmam que a faixa ideal de temperatura para a ocorrência do processo de compostagem é compreendida entre 50 °C a 70 °C, preferindo um valor médio ao redor de 55 °C, pois temperaturas acima de 65 °C, quando mantidas por longos períodos, eliminam os microrganismos bioestabilizadores, o que ressalta a necessidade de controlar constantemente a temperatura, através do revolvimento e/ou irrigação do material.

A aeração além de ser utilizada para controlar a temperatura, determina a tecnologia a ser empregada, fornece ao sistema de compostagem oxigênio à atividade dos microrganismos, remove gás carbônico e calor, e se mantida constantemente por meio do revolvimento manual ou mecânico do material promove uma degradação mais rápida da matéria orgânica, por meio da oxigenação de moléculas orgânicas presentes na pilha a ser compostada, da exposição uniforme de todo o material às reações e às altas temperaturas resultantes (FERNANDES; SILVA, 1999; REIS, 2005; DINIZ FILHO *et al.*, 2007; SILVA L, 2009).

A dificuldade em medir o oxigênio presente nas pilhas de substrato orgânico faz com que o controle da aeração se realize pela avaliação da temperatura, da umidade e do tempo de revolvimento do material (REIS, 2005).

E por ser um fator intimamente ligado à umidade e a granulometria do material, a aeração será prejudicada se a umidade estiver acima de 65%, pois as moléculas de água estarão ocupando os espaços livres e impedindo a circulação de ar (SILVA, 2008a), e se o tamanho das partículas (granulometria) for muito pequeno, o material tende a compactação, ocasionando também a redução dos espaços para a aeração do sistema (HERBETS *et al.*, 2005).

Teores baixos de aeração e elevados de umidade podem provocar condições de anaerobiose, que é altamente prejudicial para o processamento da matéria orgânica, pois proporciona a geração de chorume e gases tóxicos (HERBETS *et al.*, 2005; SILVA *et al.*, 2011a), além do surgimento de odores e de organismos indesejáveis (SILVA, 2008a).

O teor de umidade é um dos parâmetros que também devem ser monitorados durante a compostagem para que o processo se desenvolva satisfatoriamente, pois os processos bioquímicos de decomposição da matéria orgânica são diretamente proporcional e dependente da quantidade de água presente no substrato (HERBETS *et al.*, 2005; NOGUERA, 2011). Para Silva (2008a), a umidade constitui um fator primordial para a ação dos organismos e a obtenção do objetivo da compostagem.

De modo geral, a faixa inicial ótima de umidade no composto situa-se entre 50 e 60%, pois teores acima de 65% podem provocar zonas de anaerobiose, enquanto teores inferiores a 40% inibem a atividade biológica, assim como a velocidade de

biodegradação (SILVA, 2008a), portanto, o ajuste da umidade é necessário e pode ser feito pela criteriosa mistura de componentes ou pela adição de água (FERNANDES; SILVA, 1999; NOGUERA, 2011) ou até mesmo pelo revolvimento, que pode ser utilizado no intuito de controlar o excesso de umidade (SILVA L, 2009).

Silva (2008a) declara que a adição de estruturante (serragem de madeira, borra de papel, casca de arroz, cavaco de madeiras, palhas ou folhas) no processo de compostagem, além de propiciar o controle do teor de umidade, melhora as características físicas e químicas do substrato, pois ao mesmo tempo em que diminui o teor de umidade da massa do composto, evita a compactação, aumentando a capacidade de oxigenação dos resíduos e, conseqüentemente, estimula a ação dos organismos aeróbios que promovem a estabilização e higienização do composto.

O Potencial hidrogeniônico (pH) é um parâmetro importante para a compostagem por condicionar o desenvolvimento dos microrganismos (SILVA *et al.*, 2011a). Pois, níveis muito baixos ou muito altos de pH reduzem ou até inibem a atividade microbiana (FERNANDES; SILVA, 1999).

De acordo com Silva (2008a), alguns autores afirmam que no início do processo de compostagem, quando a temperatura ainda é igual a do ambiente, e a colonização dos organismos iniciam, o pH dos resíduos sólidos orgânicos geralmente apresenta-se ácido, na faixa de 4,5 a 5,5, no entanto, em poucos dias, o pH passa a ficar entre 7,5 a 8,0, caracterizando a fase de intensa atividade biológica, e na fase de maturação, no final do processo, o pH se mantém entre 7,5 a 9,0, assegurando a utilização do composto resultante na correção de solos ácidos, entretanto, se os níveis de pH forem superiores a 9,0, podem comprometer a eficiência do processo, pois além de destruir microrganismos patogênicos, podem destruir também aqueles microrganismos que são essenciais ao processo de compostagem (SILVA, 2008a).

Outro fator importante a ser avaliado é a relação carbono-nitrogênio (C/N) que tem sido utilizado para indicar o grau de maturação do composto (OLIVEIRA, 2003; REIS, 2005; SANTOS, 2007).

Durante a compostagem, os microrganismos necessitam de carbono como fonte de energia, e de nitrogênio para o crescimento e funcionamento celular, por isso tanto a falta de nitrogênio quanto a de carbono limitam a atividade microbiológica (FERNANDES; SILVA, 1999; NOGUERA, 2011; OLIVEIRA, 2003; REIS, 2005;), portanto, a relação C/N considerada ideal para o processo de compostagem corresponde a 25:1 e 30:1, variando de acordo com a natureza do substrato (SILVA, 2008a), pois se a relação C/N for muito baixa, pode ocorrer grande perda de nitrogênio pela volatilização da amônia e conseqüentemente, liberação de odores desagradáveis no meio, e se a relação C/N for muito elevada os microrganismos terão seu desenvolvimento limitado, por não encontrarem nitrogênio suficiente para a síntese de proteínas e, por conseguinte, o processo de compostagem será mais lento (FERNANDES; SILVA, 1999; SILVA L, 2009).

Silva (2008a) ressalta que embora os organismos aeróbios encontrem C e N em concentrações suficientes, não poderão utilizá-lo, se o teor de umidade exceder sua faixa de tolerância, o que demonstra a interdependência entre os parâmetros e a importância da regulação da umidade para a estabilização do composto.

E para avaliar o nível de degradação da matéria orgânica, bem como a velocidade de estabilização no substrato investigado, o parâmetro utilizado é a quantidade de sólidos totais voláteis que também deve ser considerado um dos parâmetros essenciais para analisar e controlar o funcionamento do processo de compostagem (SILVA L, 2009; SILVA *et al.*, 2011a). Pois como afirmam Silva *et al.*, (2011a) em seus estudos, no decorrer do processo de compostagem, o alcance da estabilização do composto é refletido no decréscimo da concentração de sólidos totais voláteis (STV) que pode atingir cerca de 70 a 78% de redução em relação ao substrato inicial.

E por fim, porém, não menos importante, deve-se avaliar o grau de sanitização e higienização do composto, através da análise de ovos de helmintos, que consiste em um parâmetro sanitário e que analisa a eficiência do processo em produzir compostos de qualidade (SILVA, 2008a).

De modo geral, é preciso superar fatores limitantes relacionados ao processo de compostagem, levando em consideração todos os parâmetros que possam,

eventualmente, interferir no sistema, favorecendo o alcance dos objetivos da compostagem, que consiste na obtenção de um produto final estável e higienizado, devido a redução da concentração de sólidos totais voláteis, teor de umidade e da relação C/N, além da inativação de ovos de helmintos, aumento do pH e temperatura ambiente (SILVA, 2008a).

3.5 Educação Ambiental para o empoderamento e popularização de conhecimentos relacionados à Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

As práticas educativas ambientalmente sustentáveis assumem um papel cada vez mais relevante nos dias atuais, representa a possibilidade de transformar o indivíduo, com vista à mudança de comportamento e atitudes, ao desenvolvimento da organização social e da participação coletiva, principalmente em relação à defesa da qualidade de vida, nesse sentido, a Educação Ambiental por meio da motivação e sensibilização representa a condição necessária para reverter o cenário de crescente degradação socioambiental (JACOBI, 2003; JACOBI *et al.*, 2009).

A Política Nacional de Educação Ambiental, Lei nº 9.795/99 em seu Art.1, entende-se por Educação Ambiental: “os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade” (BRASIL, 1999, p.1).

Segundo Peneluc e Silva (2008) a Educação Ambiental representa um instrumento educacional crítico para a reflexão das pessoas, principalmente em relação ao correto descarte dos resíduos sólidos e à valorização do meio ambiente. Os autores acrescentam que o delineamento de um programa de educação ambiental aplicado à gestão integrada de resíduos sólidos deve-se considerar a participação efetiva dos autores envolvidos, para que assim se sintam protagonista dessa questão e responsáveis pelo processo de gestão. Pois “a preservação do meio ambiente depende de uma consciência ecológica e a formação da consciência depende da educação” (GADOTTI, 2005, p.19).

O empoderamento de metodologias que visam reduzir os impactos gerados pelos resíduos sólidos precisa estar interligado ao desenvolvimento de estratégias em Educação Ambiental que propicia a participação, formação e o princípio da corresponsabilidade ambiental na sociedade (SILVA *et al.*, 2011b). Pois é fundamental reacender o princípio de interdependência existente entre os elementos que constituem o meio ambiente e permite a preservação da vida (SILVA; OLIVEIRA, 2007).

Silva *et al.* (2002) declaram que para minimizar a problemática dos resíduos sólidos é preciso sensibilizar os seres humanos, no sentido de incorporar em seu cotidiano e na sua cultura os 5 R's: Reduzir o consumo e a produção de resíduos, Reutilizar e/ou Reciclar os resíduos gerados, Repensar as atitudes que degradam o meio ambiente e Realizar Educação Ambiental de maneira contínua e permanente para que haja verdadeiramente a efetivação de um modelo sustentável, pois nenhum projeto de gerenciamento ambiental, assim como o empoderamento de qualquer tipo de tecnologia alcançará sucesso, no que diz respeito à redução dos impactos ambientais negativos e a consequente, conservação dos recursos naturais, se não ocorrer simultaneamente ao processo de Educação Ambiental.

A transformação de consciência e percepção ambiental do ser humano, e principalmente, a superação de preconceitos, e a assimilação de conhecimento crítico e emancipatório deve-se à adoção de princípios da corresponsabilidade e coparticipação que é motivada pela Educação Ambiental que tem a função de modificar a forma de como o ser humano pensa e age em relação ao desenvolvimento econômico e à natureza (SILVA M, 2009).

A aparente utopia de um meio ambiente que concilie desenvolvimento associado à sustentabilidade ambiental e social, qualidade de vida e respeito às desigualdades, só será alcançada a partir de muita reflexão, boa vontade, esforço pessoal e comunitário, disposição e ações políticas (FADINI; FADINI, 2011), e principalmente, por meio da Educação Ambiental que deve ser acima de tudo um ato político voltado para a transformação social (JACOBI, 2003).

O desafio consiste em realizar uma Educação Ambiental que seja crítica e inovadora, que busca uma perspectiva holística de ação, relacionando o ser humano

ao meio ambiente, e que leva em consideração que os recursos naturais são esgotáveis e que a responsabilidade pela degradação ambiental resulta das ações antrópicas (JACOBI, 2003).

4 METODOLOGIA

4.1 Caracterização da pesquisa

A execução do presente trabalho teve por base os princípios da pesquisa participante (THIOLLENT; SILVA, 2007) e experimental (MARCONI; LAKATOS, 1999) que foi realizada no bairro de Santa Rosa, situado na zona oeste de Campina Grande-PB, limitando-se geograficamente com os bairros de Santa Cruz, Cruzeiro, Quarenta, Centenário, Bodocongó e Dinamérica.

A pesquisa participante constituiu a base do processo de sensibilização e mobilização dos diferentes segmentos sociais envolvidos, como também para a inclusão dos catadores de materiais recicláveis para implantação da gestão integrada de resíduos sólidos. Os princípios da pesquisa experimental nortearam o monitoramento do Sistema Descentralizado de Tratamento de Resíduos Sólidos Orgânicos Domiciliares e o teste de qualidade do composto resultante.

4.2 Caracterização da área de estudo

A cidade de Campina Grande situa-se a 120 km da capital do Estado da Paraíba, João Pessoa (latitude: 7° 13' 50"; longitude: 35° 52' 52", a 551 m acima do nível do mar), na Serra da Borborema. Apresenta área urbana de 970 km². Sua população corresponde a 385.726 habitantes (BRASIL, 2010b). Atualmente, dispõe de amplas, diversificadas e sólidas bases em suas atividades econômicas, agropecuárias, industriais e comerciais. Possui um pioneiro e sofisticado parque educacional e tecnológico. Conta com cinco universidades, destacando-se como principal centro educacional do interior do Nordeste. Oficialmente, tem 53 bairros.

O bairro de Santa Rosa apresenta uma população de 11.478 habitantes (3% da população de Campina Grande-PB), sendo 5.421 homens e 6.057 mulheres. 83,5%

dos moradores são alfabetizados e a renda média familiar constitui-se de dois salários mínimos nacionais. A escolha desse bairro decorreu da aspiração e reivindicação dos líderes comunitários que participaram do projeto “Formação de Agentes Multiplicadores em Educação Ambiental” (SILVA, 2008).

4.3 Análise da influência de cobertura no desempenho do Sistema de Tratamento de Resíduos Sólidos Orgânicos Domiciliares instalado em Santa Rosa, Campina Grande-PB

O Sistema de Tratamento Descentralizado de Resíduos Sólidos Orgânicos Domiciliares-SITRADERO já instalado em área pertencente à Sociedade de Amigos de Bairro localizada no Bairro de Santa Rosa, Campina Grande-PB (Fig. 1 e 2) recebeu a cobertura com dimensão e materiais que foram discutidos e definidos juntos aos diferentes segmentos sociais envolvidos no presente projeto (Fig. 3) (SILVA *et al.*, 2010). Tomaram-se por critérios para escolha do material os seguintes aspectos: durabilidade, baixo custo e disponibilidade no mercado local.



Figura 1: Fotos do Sistema de Tratamento Descentralizado de Resíduos Sólidos Orgânicos Domiciliares instalado no Bairro de Santa Rosa. Campina Grande-PB, maio de 2010, sem cobertura (SILVA *et al.*, 2010).

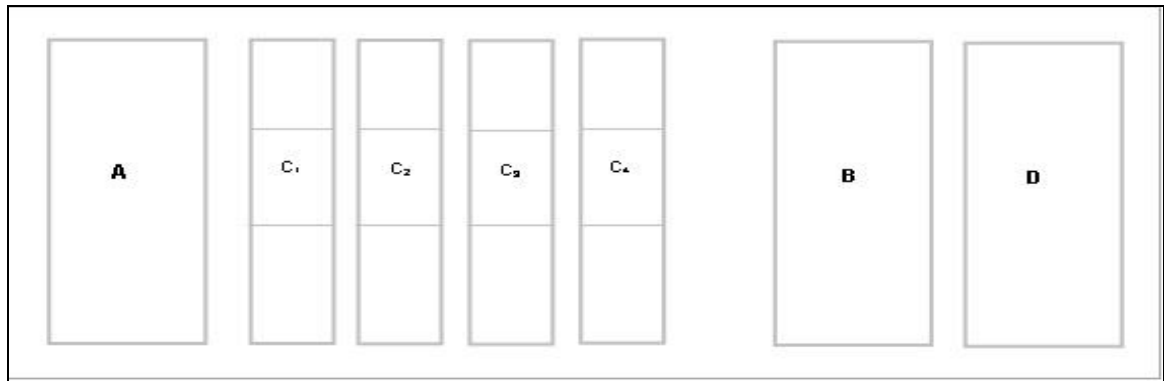


Figura 2: Desenho esquemático do SISTRADERO instalado no bairro de Santa Rosa. Campina Grande-PB. **A:** unidade de recepção de resíduos orgânicos; **C:** composteiras (C_1 , C_2 , C_3 e C_4) compartimentalizadas; **B:** compostário; **D:** unidade teste (SILVA et al., 2010).



Figura 3: Fotos do Sistema de Tratamento Descentralizado de Resíduos Sólidos Orgânicos Domiciliares com cobertura instalado no Bairro de Santa Rosa. Campina Grande-PB, março de 2012.

Fotos: Daniella Marques Souza.

O sistema consistiu de quatro composteiras de alvenaria, conferindo maior durabilidade e melhores condições de higienização, com configuração em retângulo, e seguintes dimensões: 1,0 m de largura, 3,0 m de comprimento e altura de 0,70 m (Fig. 1, 2 e 3). Cada composteira foi constituída por três compartimentos de 1 m² e capacidade volumétrica de 0,70 m³. Além das composteiras, foram construídas unidade de recepção, compostário e unidade teste. A unidade de recepção compreende o local onde os resíduos foram armazenados para a posterior montagem da leira (2 m de largura, 3 m de comprimento e 0,70 m de altura) e que foi transformado em canteiros de hortas; o compostário que correspondia ao local de armazenamento temporário do composto resultante (2 m de largura, 3 m de comprimento e 0,70 m de altura) foi transformado em canteiros para a realização da

farmácia viva, assim como a unidade teste, o local destinado à aplicação do composto em culturas agrícolas (2 m de largura, 3 m de comprimento e 0,70 m de altura) (SILVA et al., 2010).

Foram realizadas análises comparativas entre os dados que foram obtidos no período de ausência de cobertura no SITRADERO (Ciclo 1), com os dados obtidos sobre a influência da implantação da cobertura no sistema (Ciclo 2) (Quadro 1), no intuito de verificar os principais impactos decorrentes da cobertura sobre o SITRADERO.

Ciclo 1		Ciclo 2	
C1T1S1	C1T2S1	C2T1S1	C1T2S1
C1T1S2	C1T2S2	C2T1S2	C1T2S2
C1T1S3	C1T2S3	C2T1S3	C1T2S3
C1T1S4	C1T2S4	C2T1S4	C1T2S4

Quadro 1: Organização dos Ciclos avaliados no tratamento de resíduos sólidos orgânicos domiciliares coletados nas fontes geradoras, residências cadastradas no projeto. Bairro de Santa Rosa, Campina Grande-PB. Março de 2011 a Agosto de 2012.

Em cada ciclo, os resíduos sólidos orgânicos domiciliares foram coletados durante dois meses consecutivos. O Ciclo 2 seguiu o mesmo período de avaliação dos impactos da coleta seletiva.

O sistema foi avaliado em dois ciclos a partir de dois tratamentos (T1 e T2). Para o T1 utilizaram: resíduos sólidos orgânicos domiciliares (90%) + 10% de estruturantes, assim distribuídos: grama (5%) + rejeito (4%) + farelo (1%). Para o T2 empregaram-se: resíduos sólidos orgânicos domiciliares (90%) + folhas (5%) + rejeito (4%) + farelo (1%) (Quadro 2).

Portanto, nos ciclos investigados, foram avaliados dois tipos de estruturantes: grama e folhas, no intuito de verificar as principais divergências decorrentes do uso desses estruturantes, considerando-se as variáveis: aumento de temperatura, tempo de estabilização e qualidade do composto.

Os substratos rejeito e farelo foram empregados, com a finalidade de contribuir para a redução do teor de umidade (SILVA et al., 2011).

Os resíduos coletados a cada semana eram armazenados no compartimento da composteira correspondente (C), seguido da homogeneização. Após a montagem das leiras, que se seguiram quatro semanas para as leiras do T1 (S1, S2, S3, S4) e quatro semanas para as leiras do T2 (S1, S2, S3, S4) (Quadro 2), o substrato permaneceu nesta até completar a sua maturidade (Tabela 1e 2). O composto resultante foi retirado da composteira, e logo em seguida, recebendo o pós-tratamento: peneiramento e embalagem. Estes se encontram armazenados para a avaliação da sua qualidade (SILVA *et al.*, 2011).

Logo, para cada ciclo, estudaram-se dois tratamentos com quatro repetições (Quadro 2, Tabelas 1 e 2).

Sigla	Descrição	Composição
C1	Ciclo 1	SITRADERO sem cobertura
C2	Ciclo 2	SITRADERO com cobertura
T1	Tratamento 1	90% de Resíduos sólidos orgânicos domiciliares+ 5% de gramas + 4% de rejeito + 1% de farelo
T2	Tratamento 2	90% de Resíduos sólidos orgânicos domiciliares+ 5% de folhas + 4% de rejeito + 1% de farelo
S1	1ª semana	Períodos de coleta dos resíduos sólidos orgânicos domiciliares
S2	2ª semana	
S3	3ª semana	
S4	4ª semana	

Quadro 2: Descrição das siglas utilizadas para os tratamentos aplicados aos resíduos sólidos orgânicos em Santa Rosa, Campina Grande-PB. Março de 2011 a Agosto de 2012.

Fase	C1T1S1	C1T1S2	C1T1S3	C1T1S4	C1T2S1	C1T2S2	C1T2S3	C1T2S4
Montagem	11/mar	18/mar	25/mar	01/abr	08/abr	15/abr	22/abr	29/abr
Conclusão	10/ago	10/ago	10/ago	22/ago	27/ago	22/ago	27/ago	27/ago
Tempo de Estabilização (dias)	145	138	131	136	134	125	122	115

Tabela 1: Período de montagem e de conclusão das leiras do Ciclo 1 para avaliação do SITRADERO. Bairro de Santa Rosa, Campina Grande-PB, 2011.

Fase	C2T1S1	C2T1S2	C2T1S3	C2T1S4	C2T2S1	C2T2S2	C2T2S3	C2T2S4
Montagem	10/fev	17/fev	24/fev	02/mar	09/mar	16/mar	23/mar	30/mar
Conclusão	11/jun	18/jun	18/jun	18/jun	20/jul	20/jul	20/jul	20/jul
Tempo de Estabilização (dias)	122	122	115	108	133	126	119	112

Tabela 2: Período de montagem e de conclusão das leiras do Ciclo 2 para avaliação do SITRADERO. Bairro de Santa Rosa, Campina Grande-PB, 2012.

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

No entanto, no Ciclo 2, o horário da aferição da temperatura foi modificado a partir da quinta semana de monitoramento. Inicialmente era realizado pela manhã, obedecendo o horário da montagem do sistema, mas devido ao início do ano letivo da Universidade Estadual da Paraíba, e conseqüentemente, ao horário das aulas dos alunos envolvidos no projeto, a aferição da temperatura passou a ser efetuada no início da tarde. Não foram observadas variações significativas nos níveis de temperatura em decorrência dessa mudança.

Durante as observações diárias foram averiguadas a diversidade de mesoinvertebrados, as condições de umidade e as modificações ocorridas.

A aeração foi periódica, duas vezes por semana: segunda e sexta, e consistiu de reviramento manual dos substratos, utilizando-se de instrumentos agrícolas adaptados (estrovenga, pá e cabo de enxada).

A coleta das amostras para as análises semanais aconteceu no momento do reviramento.

As análises foram realizadas na EXTRABES - Estação Experimental de Tratamentos Biológicos de Esgotos Sanitários da Universidade Federal de Campina Grande e da Universidade Estadual da Paraíba, localizada no bairro do Tambor, em Campina Grande-PB.

No Quadro 3 apresentam-se os métodos e frequências de análise dos parâmetros que foram monitorados.

Parâmetros	Frequência	Método Utilizado
Temperatura (°C)	Diária	Termômetro de mercúrio
Teor de Umidade (%)	Semanal	Gravimétrico
pH (unidade)	Semanal	Potenciométrico
Sólidos Totais voláteis-STV (%ST)	Semanal	Gravimétrico
Carbono orgânico Total-COT (%ST)	Semanal	Kiehl (1998)
Nitrogênio Kjeldahl - NTK (%ST)	Inicial e final	Método Kjeldhal com digestão.
Fósforo Total -P(%ST)	Inicial e final	Espectrofotométrico com ácido ascórbico e digestão em persulfato de amônio
Potássio-K(%)	Inicial e final	Fotometria de chama
Ovos de helmintos (ovos/gST)	Inicial e final	Meyer (1978) modificado por Silva <i>et al.</i> (2009)

Quadro 3: Métodos e frequências de análise dos parâmetros físico, químicos e biológicos que foram adotados nos dois ciclos de compostagem.

A classificação do composto em pó, farelo ou rejeito, aconteceu a partir do peneiramento duplo da massa final. No primeiro momento, utilizou-se uma peneira de 4 mm, em seguida, uma peneira de 2 mm (BRASIL, 2005).

4.4 Avaliação dos impactos decorrentes da implantação da coleta seletiva no bairro de Santa Rosa, Campina Grande-PB

A coleta seletiva implantada na Sociedade de Amigos de Bairro de Santa Rosa-SAB, Clube de Mães, situada nas ruas próximas e no entorno da SAB de Santa Rosa, abrangia inicialmente 43 residências e foi ampliada para 82 residências, deste total, 36 residências estavam envolvidas apenas na coleta de resíduos sólidos orgânicos e 46 residências na seleção de materiais recicláveis.

Considerando que a média de membros por família no Bairro de Santa Rosa corresponde a quatro, a coleta seletiva envolveu cerca de 328 pessoas.

Os catadores de materiais recicláveis associados à ARENSA foram acompanhados na realização de visitas às residências cadastradas do Bairro de Santa Rosa, os quais fizeram a coleta dos resíduos passíveis de reciclagem ou reutilização previamente selecionados nas residências das famílias participantes do projeto e em dias agendados, todas as terças-feiras, no período de março de 2011 a agosto de 2012.

As residências cadastradas no projeto GIRES Santa Rosa (Gestão Integrada de Resíduos Sólidos no Bairro de Santa Rosa) foram sinalizadas por adesivos - Seleção na fonte; uma atitude solidária! (Fig. 4), respeitando-se a disponibilidade dos participantes. Os catadores de materiais recicláveis foram identificados através de crachá que indicava a participação no projeto.



Figura 4: Adesivo identificador de residências cadastradas para doação de materiais recicláveis a ARENSA, Campina Grande-PB.

Na SAB e no Clube de Mães do Bairro de Santa Rosa foram disponibilizados coletores para o armazenamento de resíduos de papel (azul), plástico (vermelha), metal (amarela), vidro (verde), orgânico (marrom) e não recicláveis (cinza), obedecendo-se as determinações da Resolução 275/2001 do CONAMA- Conselho Nacional de Meio Ambiente (BRASIL, 2001). Os resíduos de papel, plástico, metal e vidro foram coletados pelos catadores de materiais recicláveis em dias previamente agendados. Os resíduos sólidos orgânicos foram encaminhados ao SITRADERO construído na própria SAB. Destinou-se ao lixão ou aterro sanitário apenas os resíduos não recicláveis. Destaca-se, porém, que a efetivação da coleta ainda não ocorreu, dificultando a análise destes resultados.

Nas residências, foram separados em sacolas plásticas os resíduos em três grupos: 1) resíduos secos: papel, plástico, metal e vidro; 2) resíduos molhados: resíduos orgânicos; 3) não recicláveis. As famílias foram motivadas a disponibilizar os resíduos do grupo seco previamente lavados, evitando-se os riscos de

contaminação e favorecendo o potencial econômico e de reciclagem desses resíduos. Os resíduos secos foram coletados e comercializados pelos catadores de materiais recicláveis. Os resíduos orgânicos foram destinados ao SITRADERO para o devido tratamento (Tabela 3) no período de realização dos ciclos 1 e 2. Seguindo-se o mesmo perfil da SAB e do Clube de Mães, os resíduos não recicláveis foram destinados ao lixão ou aterro sanitário.

Ciclo	T1S1	T1S2	T1S3	T1S4	T2S1	T2S2	T2S3	T2S4	Total	DesvPad.
C1	121	129	161	301	166	118	175	153	1324	59
C2	150	162	121	171	199	237	212	192	1443	37
Média (kg/semana)									172	
Total coletado nos dois ciclos (kg)									2767	

Tabela 3: Quantidade de resíduos sólidos orgânicos domiciliares coletada e encaminhada ao SITRADERO durante os dois ciclos de tratamento, em Santa Rosa, Campina Grande-PB. Março de 2011 a Agosto de 2012.

Durante quatro meses consecutivos (fevereiro, março, abril e maio), foram avaliados os impactos decorrentes da implantação da coleta seletiva na SAB, Clube de Mães e residências. Os dois primeiros meses corresponderam ao período de coleta dos resíduos selecionados na fonte geradora e nos dois meses seguintes, continuaram as observações, verificando-se a efetivação desse procedimento. Os principais instrumentos de avaliação foram: observação participante e direta, contabilização dos resíduos selecionados; aplicação de entrevista semi-estruturada às famílias, aos catadores de materiais recicláveis, aos líderes comunitários e seminários de discussão.

4.5 Análise dos dados

Os dados foram analisados de forma quantitativa e qualitativa, utilizando-se da triangulação, que segundo Thiollent e Silva (2007) consiste em quantificar e descrever os dados obtidos.

Tendo como base os dados obtidos anteriormente, no período em que o SITRADERO não possuía cobertura (Ciclo 1), foram realizadas análises comparativas a partir dos dados coletados sobre a influência da cobertura no

sistema (Ciclo 2), principalmente em relação aos parâmetros de umidade, pH e sólidos totais voláteis.

Para processamento e demonstração dos resultados a ferramenta utilizada foi o software Microsoft Office Excel 2007, e os dados referentes aos parâmetros estudados para os dois ciclos serão apresentados a partir das médias obtidas nas quatro semanas para os tratamentos 1 e 2.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Avaliação da influência de cobertura no desempenho do Sistema de Tratamento Descentralizado de Resíduos Sólidos Orgânicos Domiciliares-SITRADERO, instalado no Bairro de Santa Rosa, no município de Campina Grande-PB.

O sistema de tratamento descentralizado de resíduos sólidos orgânicos domiciliares (SITRADERO) contribui significativamente para a minimização dos impactos negativos ocasionados pela inadequada disposição dos resíduos sólidos orgânicos no meio ambiente, pois permite a transformação desses resíduos em compostos estabilizado e higienizado para serem usados em culturas agrícolas sem o possível risco de contaminação (SILVA *et al.*, 2011). No entanto, o desempenho e a eficiência do processo de compostagem são influenciados por diversos parâmetros que precisam ser devidamente monitorados e controlados.

Considerando os possíveis fatores ambientais que possam eventualmente representar um impasse ao desenvolvimento do processo de compostagem, o presente trabalho avaliou a influência da cobertura instalada no SITRADERO, implantado em escala piloto em Santa Rosa, Campina Grande-PB, em relação a alguns parâmetros que foram comparados aos resultados de desempenho do sistema no período que o mesmo não apresentava cobertura.

5.1.1 Teor de umidade

A umidade constitui um fator primordial para o desempenho do processo de compostagem, estando diretamente relacionada à ação dos organismos. De acordo com diferentes autores, a faixa ideal do teor de umidade para a composição inicial do substrato, situa-se entre 50 a 60% (FERNANDES; SILVA, 1999; NOGUERA, 2011).

Nos tratamentos 1 e 2, do Ciclo 2, os valores referentes ao teor de umidade dos substratos iniciais mesmo com o acréscimo de 10% de estruturante (grama ou folhas, rejeito e farelo) não atingiram os níveis iniciais indicados na literatura, variaram de 63% a 75%, embora na segunda semana de tratamento, como apresentado nas Fig. 5 e 6, esses valores começaram a sofrer gradativas

diminuições, o que demonstra que em escala real, os valores citados na literatura não se aplicam.

Em contrapartida, o Ciclo 1, nos tratamentos 1 e 2 embora o teor de umidade recomendado para os substratos iniciais também não foi alcançado, utilizando o mesmo procedimento do Ciclo 2 (acréscimo de 10% de estruturantes), variou de 75% a 83%, os valores sofreram poucas modificações no decorrer do processo, como mostram as Fig. 7 e 8, devido a exposição do sistema às chuvas constantes que caíram no período de monitoramento e que resultaram no retardamento do processo de estabilização dos resíduos sólidos orgânicos (SILVA *et al.*, 2011).

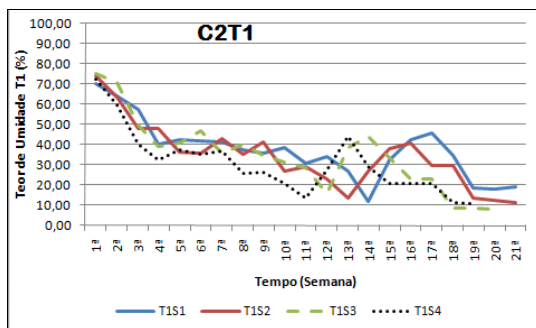


Figura 5: Valores semanais médios de teor de umidade para o Tratamento 1, referentes ao Ciclo 2, Campina Grande-PB, 2012.

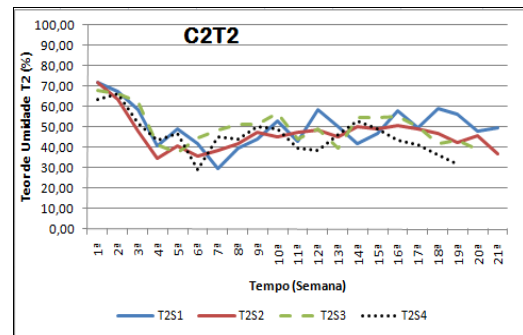


Figura 6: Valores semanais médios de teor de umidade para o Tratamento 2, referentes ao Ciclo 2, Campina Grande-PB, 2012.

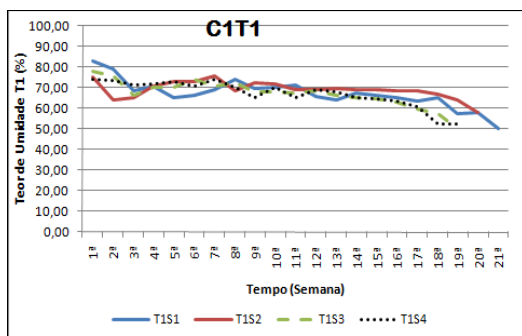


Figura 7: Valores semanais médios de teor de umidade para Tratamento 1, referentes ao Ciclo 1, Campina Grande-PB, 2011.

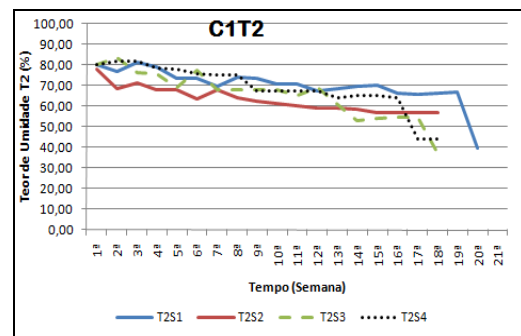


Figura 8: Valores semanais médios de teor de umidade para Tratamento 2, referentes ao Ciclo 1, Campina Grande-PB, 2011.

Considerando o parâmetro teor de umidade, embora não foram identificadas diferenças estatísticas significantes para o uso de estruturante tipo grama e folhas para os tratamento 1 e 2, dos diferentes ciclos, a cobertura interferiu na exposição direta do substrato as radiações solares, como também na entrada de água no sistema em decorrência de chuvas, mesmo que o índice de chuvas registrado no

ano de 2012 tenha sido menor em relação ao ano de 2011 na cidade de Campina Grande-PB.

Observa-se uma diminuição gradativa da umidade no decorrer do processo do Ciclo 2, necessitando adicionar água nas leiras para regulá-la (Fig. 5 e 6). No total, foram necessários adicionar 322 litros de água nas leiras do Tratamento 1, e 427 litros de água nas leiras do Tratamento 2, do Ciclo 2, para promover assim, condições favoráveis à ação dos microrganismos.

Portanto, em relação ao teor de umidade, a cobertura influenciou significativamente na diminuição da umidade das leiras do Ciclo 2, embora as chuvas não tenham ocorrido na mesma frequência e intensidade, como foi observado durante o monitoramento do Ciclo 1.

5.1.2 Sólidos Totais Voláteis (STV)

Os valores de STV indicam o nível de degradação da matéria orgânica, assim como, a velocidade de estabilização do substrato. No decorrer do processo de compostagem, os níveis de STV tendem a reduzir, devido ao alcance da estabilização do composto (SILVA L, 2009; SILVA *et al.*, 2011a).

No Ciclo 2, verificou-se que o percentual médio de redução de STV alcançou 49,73% (Fig. 9 e 10), enquanto no Ciclo 1 atingiu 46,18% (Fig. 11 e 12). Não foi constatada diferença estatística significativa em relação ao tratamento 1 e 2 dos ciclos estudados, embora o tempo de estabilização do composto tenha sido maior no Ciclo 1 (tempo médio: 131 dias), comparando-se as do Ciclo 2 (tempo médio: 120 dias). Provavelmente, esta diferença está relacionada às constantes chuvas caídas durante o monitoramento e a ausência de cobertura no Ciclo 1.

A ausência de cobertura, implicou no Ciclo 1, na incidência direta dos raios solares e das chuvas, fato que influenciou na ação dos organismos autóctones, retardando o processo de estabilização, além de reduzir o tempo da fase termófila, mas, não impediu o alcance dos propósitos da tecnologia investigada: estabilização e higienização de resíduos sólidos orgânicos.

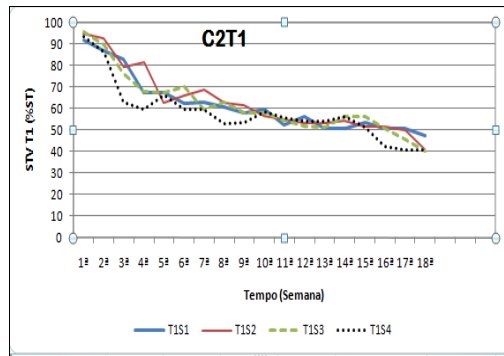


Figura 9: Valores semanais de STV para Tratamento 1, referentes ao Ciclo 2, Campina Grande-PB, 2012.

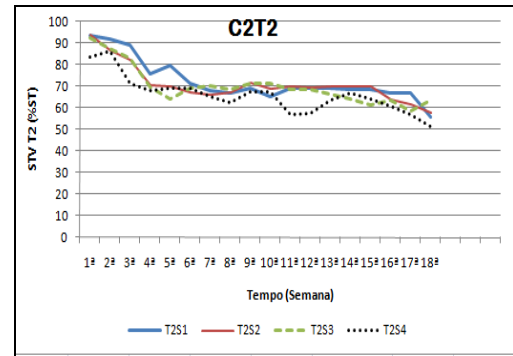


Figura 10: Valores semanais de STV para Tratamento 2, referentes ao Ciclo 2, Campina Grande-PB, 2012.

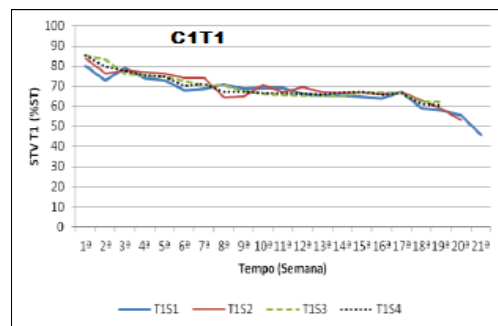


Figura 11: Valores semanais de STV para Tratamento 1, referentes ao Ciclo 1, Campina Grande-PB, 2011.

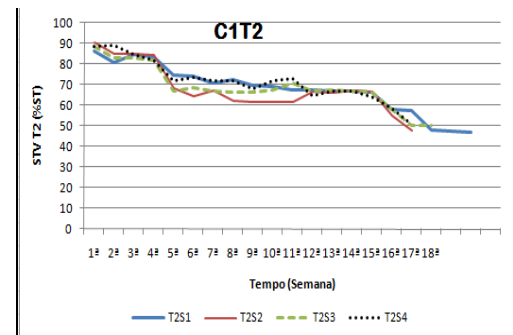


Figura 12: Valores semanais de STV para Tratamento 2, referentes ao Ciclo 1, Campina Grande-PB, 2011.

Compreende-se então, que a ausência da cobertura, assim como o tipo de estruturante utilizado (grama ou folha) e a consequente, exposição do sistema aos fatores ambientais no Ciclo 1, não constituíram entrave à eficiência do processo de compostagem em relação à redução de STV, embora a construção da cobertura tenha contribuído para a diminuição do tempo de estabilização dos resíduos sólidos orgânicos domiciliares, como observado no Ciclo 2.

5.1.3 pH

A ação dos microrganismos podem ser reduzidas ou até inibidas de acordo com os níveis de pH no sistema de compostagem (FERNANDES; SILVA, 1999). De acordo com Silva (2008a), alguns autores afirmam que no início do processo, quando os organismos iniciam a sua colonização e a temperatura ainda é igual a do ambiente, comumente o pH se apresenta ácido, na faixa de 4,5 a 5,5, entretanto, em

poucos dias o pH passa a ficar na faixa entre 6,5 a 8,0, caracterizando a fase de intensa atividade dos organismos, e na fase de maturação entre 7,5 a 9,0 (SILVA, 2008a).

No Ciclo 2, os valores referentes ao pH variaram inicialmente de 3,96 a 4,18 para as leiras referentes ao Tratamento 1, e de 3,90 a 4,36 para as leiras do Tratamento 2 (Fig. 13 e 14), que comparados ao Ciclo 1 não apresentaram diferenças significativas, pois o Tratamento 1 variou de 3,96 a 4,32 e o Tratamento 2 variou de 3,77 a 3,94 para este ciclo, como mostram as Fig. 15 e 16.

Verificou-se que os valores de pH iniciais, bem como os valores no decorrer do processo de ambos os ciclos atenderam aos indicativos da literatura, fato que propiciou condições adequadas à ação dos diversos organismos presentes no sistema.

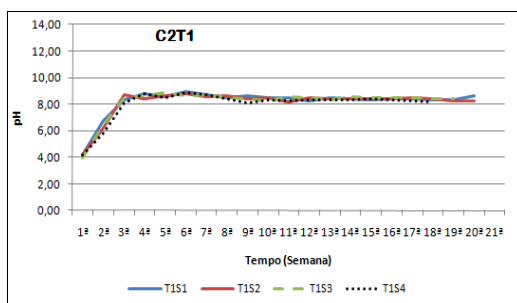


Figura 13: Valores de pH constatados semanalmente para o Tratamento 1, referente ao Ciclo 2, Campina Grande-PB, 2011.

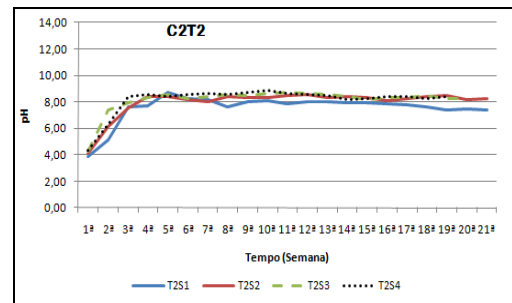


Figura 14: Valores de pH constatados semanalmente para o Tratamento 2, referente ao Ciclo 2, Campina Grande-PB, 2011.

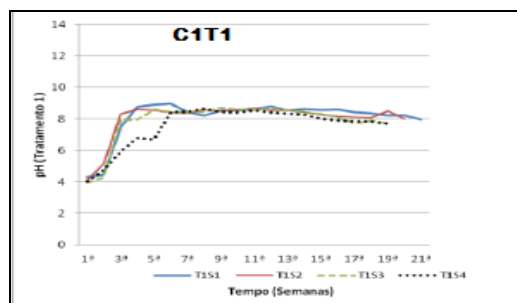


Figura 15: Valores de pH constatados semanalmente para o Tratamento 1, referente ao Ciclo 1, Campina Grande-PB, 2011.

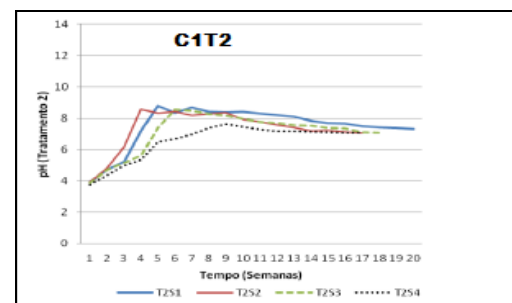


Figura 16: Valores de pH constatados semanalmente para o Tratamento 2, referente ao Ciclo 1, Campina Grande-PB, 2011.

5.1.4 Temperatura

No processo de compostagem, os níveis de temperatura refletem a eficiência do sistema e o equilíbrio biológico (FERNANDES; SILVA, 1999; SILVA L, 2009), devido que o aquecimento do substrato ocorre do processamento do material pelos microrganismos que possuem metabolismo exotérmico (REIS, 2005).

Em condições satisfatórias para a ação dos microrganismos, a temperatura passa por níveis psicrófilos (10-20 °C); mesófilos (20-45 °C) e termófilos (> 45 °C), igualando a temperatura ambiente no final do processo de compostagem quando a formação do composto é concluída (SILVA, 2008a).

As temperaturas médias observadas nos tratamento 1 e 2 do Ciclo 2, expressaram inicialmente valores elevados conexos a fase termófila, seguido da fase mesófila, próxima a temperatura ambiente, como mostram as Figuras 17 e 18. A fase termófila caracterizada pela fase de intensa atividade dos microrganismos durou em média 12 dias (45 °C a 64 °C) dentro da faixa ideal para essa fase, não comprometendo os microrganismos bioestabilizadores. A pilha referente ao tratamento 2 da segunda semana (C2T2S2) registrou o maior nível de temperatura (64 °C) comparada às demais leiras do mesmo ciclo, embora a que apresentou maior tempo de duração da fase termófila foi a pilha referente ao tratamento 2 da terceira semana (C2T2S3), tendo duração média de dezoito dias. As pilhas relativas ao tratamento 2 tiveram em média a fase termófila mais longa, como também os maiores níveis de temperatura, além da maior necessidade de adicionamento de água para regulação da umidade.

No Ciclo 1, as fases do processo de compostagem também foram observados, iniciando com a fase mesófila, seguida da termófila e por fim, a fase mesófila, próximas a temperatura ambiente, como mostram as Fig. 19 e 20. A fase termófila neste ciclo apresentou níveis de temperatura mais elevados (45 °C a 70 °C) em relação ao Ciclo 2, embora o tempo de duração foi mais curto, em média 8 dias, devido a exposição do sistema às frequentes e intensas chuvas no período de monitoramento (SILVA, *et al.*, 2011). As pilhas referentes ao tratamento 2 deste Ciclo 1, divergiram com as pilhas do mesmo tratamento do Ciclo 2, pois estas tiveram a fase termófila mais curta, como também os menores níveis de

temperatura, decorrente da ausência de cobertura, e consequente, exposição às constantes chuvas no período de monitoramento.

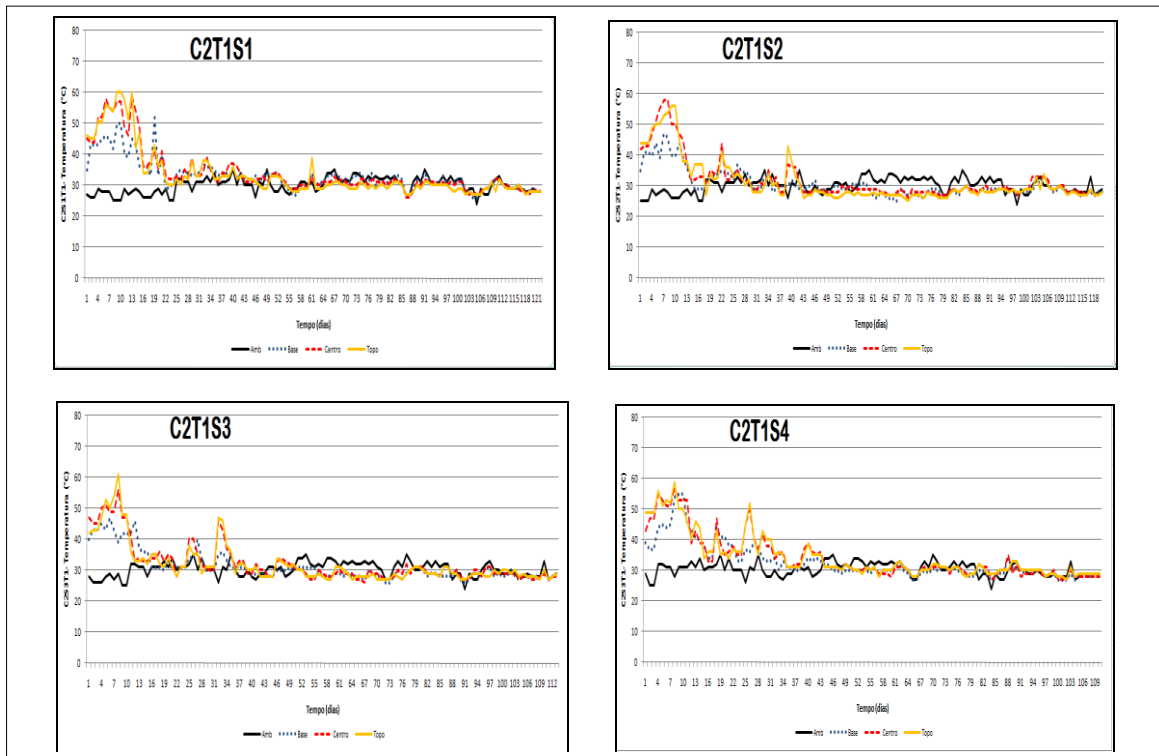


Figura 17: Valores médios diários relativos aos níveis de temperaturas para o Ciclo 2, tratamento 1, Campina Grande-PB, 2012.

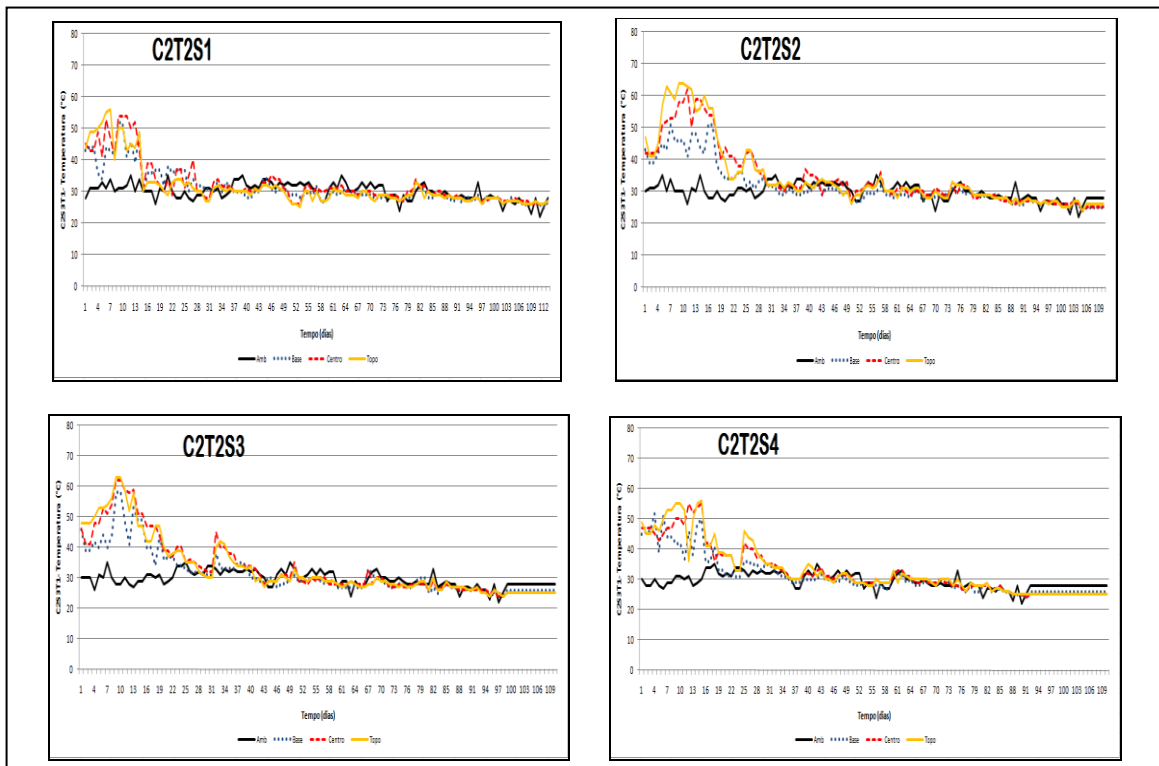


Figura 18: Valores médios diários relativos aos níveis de temperaturas para o Ciclo 2, tratamento 2, Campina Grande-PB, 2012.

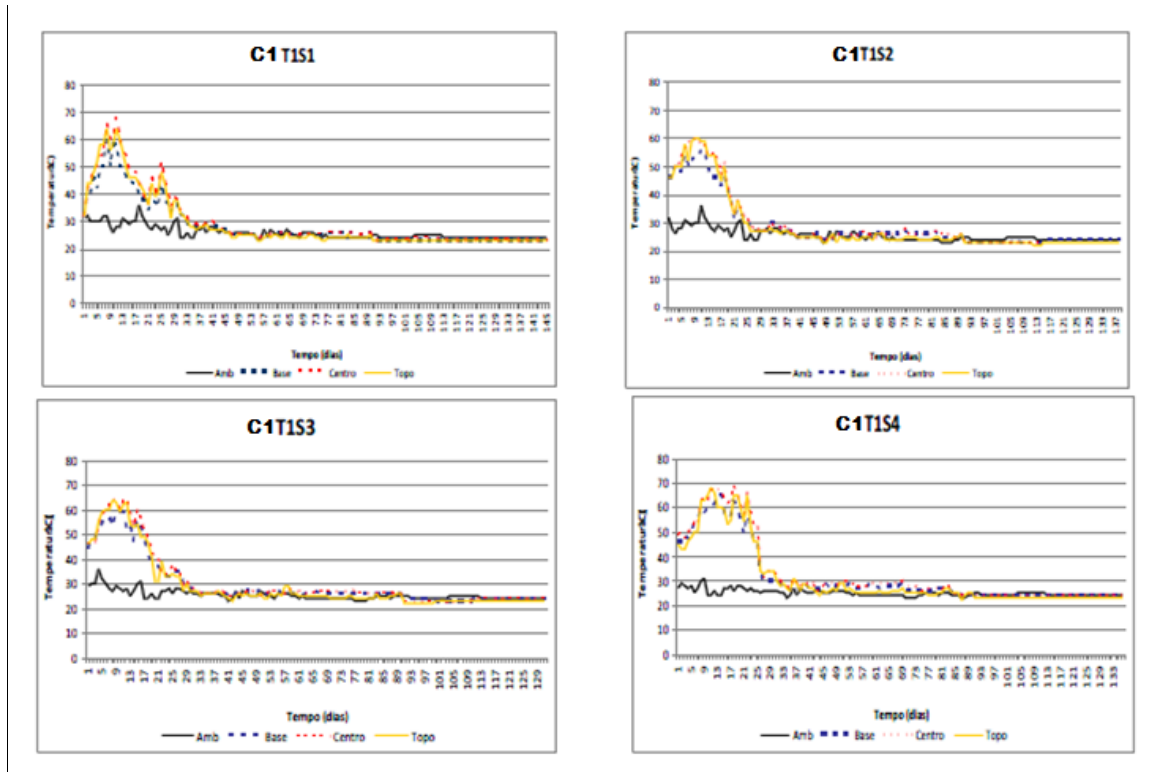


Figura 19: Valores médios diários relativos aos níveis de temperaturas para o Ciclo 1, tratamento 1, Campina Grande-PB, 2011.



Figura 20: Valores médios diários relativos aos níveis de temperaturas para o Ciclo 1, tratamento 2, Campina Grande-PB, 2011.

Constata-se que a instalação da cobertura no SITRADERO (Ciclo 2), possibilitou maior tempo de duração da fase termófila, tanto para o tratamento 1 (estruturante: farelo+grama+rejeito), quanto para o tratamento 2 (estruturante: farelo+folha+rejeito).

5.1.5 Avaliação da qualidade do composto produzido no SITRADERO do bairro de Santa Rosa, Campina Grande-PB

Os compostos produzidos no SITRADERO a partir de resíduos sólidos orgânicos domiciliares apresentaram nos ciclos 1 e 2 pH (7,1 a 8,36) e valores médios de umidade (28,6% a 44%) e STV (28,6%ST a 55 %ST) compatíveis com a faixa ótima prevista na Instrução Normativa n. 25, de 23 de Julho de 2009 do Ministério da Agricultura (BRASIL, 2009) (Tabelas 4 e 5).

Parâmetros	C1T1S 1	C1T1S 2	C1T1S 3	C1T1S 4	C1T2S 1	C1T2S 2	C1T2S 3	C1T2S 4	Faixa ótima ⁽¹⁾
pH	7,94	7,99	7,66	7,71	7,28	6,99	7,08	7,06	>6
Umidade (%)	45,8	48,3	44,2	39,3	42,5	38	35,3	38	<50
STV (%ST)	34,2	32	34,6	31	27,5	33,3	28	25,76	NE

Tabela 4: Características dos compostos originados de resíduos sólidos orgânicos domiciliares produzidos no SITRADERO, no Ciclo 1, Campina Grande-PB, 2011.

¹⁾ Instrução Normativa do Ministério da Agricultura Nº 25, de 23 de julho de 2009 (BRASIL, 2009).

Parâmetros	C2T1S1	C2T1S2	C2T1S3	C2T1S4	C2T2S1	C2T2S2	C2T2S3	C2T2S4	Faixa ótima ⁽¹⁾
pH	8,63	8,24	8,43	8,14	7,41	8,24	8,28	8,39	>6
Umidade (%)	19,41	11,33	8,18	10,61	47,89	36,97	38,92	32,06	<50
STV (%ST)	47,6	41,1	40,04	40,88	55,85	57,83	63,37	51,14	NE

Tabela 5: Características dos compostos originados de resíduos sólidos orgânicos domiciliares produzidos no SITRADERO, no Ciclo 2, Campina Grande-PB, 2012.

¹⁾ Instrução Normativa do Ministério da Agricultura Nº 25, de 23 de julho de 2009 (BRASIL, 2009).

Os resultados confirmam a viabilidade do SITRADERO enquanto sistema transformador de resíduos sólidos orgânicos em composto estável e viável à aplicação em diferentes culturas agrícolas.

Apesar dos dados referentes a pH, teor de umidade e STV de ambos os ciclos atenderem a Instrução Normativa, verificou-se que houve diferença

significativa entre os ciclos em relação aos percentuais de transformação dos resíduos sólidos orgânicos em composto (Tabela 6 e 7). O Ciclo 2 alcançou maior percentual de transformação em relação ao Ciclo 1, comprovando-se que a construção da cobertura favoreceu consideravelmente neste resultado, embora a quantidade de rejeito persista alta em ambos os ciclos, estes, porém, servirão de estruturante para os experimentos posteriores. Atesta-se que ainda é necessário examinar outros tipos de cobertura, visando reduzir a quantidade de rejeito e otimizar o rendimento, ou seja, aumentar o percentual de transformação de resíduos sólidos orgânicos domiciliares em composto.

Destaca-se que parte do composto resultante foi distribuída às famílias participantes do projeto, no intuito de mostrar a eficiência do processo de compostagem, enquanto tecnologia ambientalmente sustentável, transformadora de resíduos sólidos orgânicos em compostos estabilizados e higienizados (Fig. 21).

Tratamento	Substrato (RSOD)		(kg)			Total	(% Transformação
	Inicial	Retirada	Pó	Farelo	Rejeito		
C1T1S1	121,07	5,89	9,74	0,7	3,92	14,36	12,5
C1T1S2	129,4	5,82	10,4	0,61	5,72	16,73	13,5
C1T1S3	161,29	5,17	12,72	1,24	8,26	22,22	14,2
C1T1S4	300,82	5,3	16,3	1	7,9	25,2	8,5
C1T2S1	166,11	4,98	10,72	0,6	6,76	18,08	11,2
C1T2S2	118,32	4,33	7,26	0,45	4	11,71	10,3
C1T2S3	174,43	4,5	9,4	0,4	5,94	15,74	9,3
C1T2S4	154,26	3,88	8,22	0,62	5,3	14,14	9,4
Total	1325,7	39,85	84,76	5,62	47,8	138,18	
Média	165,71	4,98	10,6	0,7	5,98	17,27	11
Desv.padrão	58,6	0,71	2,83	0,28	1,61	4,47	2,1

Tabela 6: Percentual de transformação de resíduos sólidos orgânicos domiciliares em composto obtido no SITRADERO, durante o Ciclo 1. Campina Grande-PB, 2011.

Tratamento	Substrato (RSOD)		(kg)			Total	Transformação (%)
	Inicial	Retirada	Pó	Farelo	Rejeito		
C2T1S1	149,84	2,785	20,86	3,14	22,8	46,8	31,82
C2T1S2	161,75	2,425	8,3	4,1	20,3	32,7	20,52
C2T1S3	121,35	2,465	18,68	1,92	12,94	33,54	28,21
C2T1S4	171,15	2,29	18,16	3,16	21,3	42,62	25,24
C2T2S1	198,58	2,685	15,02	3,1	15,18	33,3	17,00
C2T2S2	236,51	2,64	15,51	6,35	18,72	40,58	17,35
C2T2S3	211,88	2,585	17,98	5,7	13,24	36,92	17,64
C2T2S4	191,98	2,6	18,96	6,24	18,96	44,16	23,32
Total	1443,04	20,475	133,47	33,71	143,44	310,62	
Média	180,38	2,559375	16,68375	4,21375	17,93	38,8275	22,63
Desv.padrão	36,76	0,16	3,87	1,68	3,72	5,47	5,50

Tabela 7: Percentual de transformação de resíduos sólidos orgânicos domiciliares em composto obtido no SITRADERO, durante o Ciclo 2. Campina Grande-PB, 2012.



Figura 21: Etapas de transformação de resíduos sólidos orgânicos domiciliares no SITRADERO, correspondente ao tratamento 1 (grama + farelo + rejeito): A) Montagem da leira; B) Adicionamento de 10% de estruturante; C) Presença de primeiras larvas de dípteros; D) Presença de fungos; E) Leira alcançando a fase de maturação; F) Composto pós-tratamento, devidamente estabilizado, higienização, peneirado e armazenado.

Fotos: Daniella Marques Souza/ Priscila Almeida e Silva.

5.2 Impactos decorrentes da seleção dos resíduos sólidos orgânicos na fonte geradora no bairro de Santa Rosa, Campina Grande-PB

A coleta de resíduos sólidos orgânicos domiciliares nas ruas próximas e no entorno da SAB de Santa Rosa, envolveu 36 residências, em torno de 144 pessoas, considerando a média de quatro pessoas por família, que foram sensibilizadas e motivadas a participar do projeto.

As famílias cadastradas passaram a separar os resíduos sólidos orgânicos durante oito semanas consecutivas, que foram coletados três vezes por semana (segunda, quarta e sexta) e encaminhados ao SITRADERO. Previamente eram entregues às famílias sacolas plásticas devidamente identificadas com o logotipo do

projeto (Fig. 22), para o armazenamento dos resíduos, que eram pesados e dispostos na leira correspondente para o tratamento e avaliação do sistema em investigação.



Figura 22: Logotipo referente à Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (GIRES) no Bairro de Santa Rosa, Campina Grande-PB, 2001 (SILVA *et al.*, 2011).

Durante as coletas dos resíduos sólidos orgânicos foi possível observar que algumas famílias não dispunham os resíduos devidamente separados, apresentando embalagens plásticas, papéis, “piolas” de cigarros, resíduos de origem animal que não são apropriados para o processo de compostagem, e até seringas de insulina utilizadas por pessoas portadoras de diabetes mellitus, que posteriormente foram identificadas e orientadas para o descarte correto desses materiais. No entanto, o percentual de moradores que não teve cuidado no manejo dos resíduos sólidos orgânicos foi mínimo (24%), considerando-se a realidade inicial constatada no Bairro de Santa Rosa (100% não realizavam o manejo correto) (SILVA *et al.*, 2011), reafirmando a importância do processo de sensibilização, formação e mobilização social para o empoderamento e sustentabilidade da tecnologia de compostagem. No entanto, espera-se alcançar a diminuição do percentual ainda diagnosticado (24%).

Nos dois ciclos de compostagem foram recolhidos e tratados 2.767 kg de resíduos sólidos orgânicos domiciliares que foram coletados diretamente das residências das famílias cadastradas, e que deixaram de contaminar o meio ambiente, principalmente através de ovos de helmintos, como observado nas análises feitas nos substratos iniciais dos diferentes tratamentos (Tabela 8 e 9).

Ciclo	(ovos/gST)								Média	DesvPad.
	T1S1	T1S2	T1S3	T1S4	T2S1	T2S2	T2S3	T2S4		
C1	0,82	0,55	0,63	1,08	0,9	0,31	0,7	1,8	0,85	0,45
C2	1,34	2,31	1,6	2,16	1,34	1,23	1,4	1,36	1,59	0,41
Média	1,08	1,43	1,12	1,62	1,12	0,77	1,05	1,60	1,22	0,29

Tabela 8: Quantidade de ovos de helmintos identificada em resíduos sólidos orgânicos domiciliares coletados no bairro de Santa Rosa, Campina Grande-PB. Março de 2011 a Agosto de 2012.

R= Resíduos sólidos orgânicos domiciliares coletados nas residências durante oito semanas.
Desvpad: Desvio padrão.

Helmintos	(%)
<i>Ascaris lumbricoides</i>	46
<i>Ancylostoma sp.</i>	15
<i>Enterobius vermiculares</i>	37
<i>Hymenolepis nana</i>	02

Tabela 9: Diversidade de ovos de helmintos encontrada nos resíduos sólidos orgânicos domiciliares coletados nas residências das famílias cadastradas do bairro Santa Rosa, Campina Grande-PB. Março de 2011 a Agosto de 2012.

Foi possível comprovar também que o destino adequado dos resíduos sólidos orgânicos domiciliares favorece o exercício profissional dos catadores de matérias recicláveis, levando em consideração que esses resíduos podem comprometer a viabilidade dos resíduos passíveis de reciclagem e reutilização que representam fonte de renda aos catadores de materiais recicláveis, tendo como base os valores médios relativos aos resíduos sólidos recicláveis secos que foram recolhidos em 46 residências participantes do projeto, representados na Tabela 10.

Material	Valores Médios		Preço R\$/Kg	Receita		Total recolhido ¹ (kg)	Receita total ² (R\$)
	Quantidade kg/Semana	kg/Mês		R\$/Semana	R\$/Mês		
Papel	10	40	0,20	2,00	8,00	720	144,00
Papelão	29	116	0,25	7,25	29,00	2.088	522,00
Plástico	51	204	0,65	33,15	132,60	3.672	2.386,80
Metal	16	64	1,90	30,40	121,60	1.152	2.188,80
Vidro	20	80	0,29	5,80	23,20	1.440	417,60
Total	126	504		78,6	314,4	9.072	5.659,20

Tabela 10: Valores médios referentes aos resíduos sólidos recicláveis secos coletados em 46 residências participantes do projeto, a respectiva receita obtida e o total recolhido de março de 2011 a agosto de 2012.

Portanto, a seleção dos resíduos sólidos orgânicos na fonte geradora no bairro de Santa Rosa favoreceu a diminuição dos impactos socioambientais

negativos decorrentes da disposição inadequada desses resíduos, contribuindo para a sustentabilidade da gestão integrada de resíduos sólidos.

5.3 Empoderamento e popularização de conhecimentos científicos relacionados à Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Domiciliares, em Campina Grande-PB

A Gestão Integrada de Resíduos Sólidos propõem o envolvimento de todos os atores responsáveis pelo processo de geração de resíduos, para que a gestão seja efetivamente aplicada, nesse sentido, utilizamos como base a pesquisa participante para promover a sensibilização e mobilização dos diferentes segmentos sociais envolvidos do bairro de Santa Rosa, Campina Grande-PB.

Inicialmente, foram realizadas visitas às famílias com a entrega de folders sobre a temática resíduos sólidos (Fig. 23), além da participação nas reuniões dos diferentes segmentos (SAB e Clube de Mães), que na oportunidade apresentamos nosso projeto e sua importância para o bairro e para o bem estar do meio ambiente.



Figura 23: Fotos referentes à entrega dos folders sobre resíduos sólidos às famílias no bairro de Santa Rosa, Campina Grande-PB, 2012.

Realizou-se também o Minicurso “Meio ambiente e Saúde”, motivando a comunidade local a refletir sobre o meio ambiente de Santa Rosa e da importância de cuidar desse ambiente para a obtenção de saúde, no seu sentido geral e de qualidade de vida.

No mês de Junho, contando-se com a participação do Laboratório Itinerante da UEPB, executaram-se várias atividades, as quais compuseram as ações em comemoração a Semana do Meio Ambiente organizada pelo Grupo de Extensão e de Pesquisa em Gestão e Educação Ambiental da UEPB (GGEA/UEPB). Estas atividades foram efetuadas durante toda manhã de um sábado, dentre as quais

sobressaíram: palestras sobre orientação sexual, utilização correta de plantas medicinais, serviços de saúde (aferição da pressão arterial, teste de glicemia, aplicação de flúor, exercícios terapêuticos), apresentação das peças “Uma boneca no lixo” e “Tudo misturado” do grupo de teatro: “A arte imitando a Vida, e a Vida imitando a Arte”, oficinas de fabricação de produtos de limpeza e higiene, e oficinas de compostagem, farmácia viva, reciclagem de papel e transformando resíduos em arte.

Objetivando a sensibilização e mobilização social, organizou-se posteriormente, o seminário “Contribuição da coleta seletiva à saúde” e o seminário para a apresentação dos resultados alcançados neste trabalho, marcando o encerramento das atividades.

Todo o processo foi fomentado nos princípios da Educação Ambiental, propiciando, dessa forma, o empoderamento e a popularização de conhecimentos científicos relacionados à Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Domiciliares, aplicada no bairro de Santa Rosa, promovendo a inquietude e o sentimento de corresponsabilidade da maioria dos abrangidos.

6 CONCLUSÕES

A implantação de cobertura no sistema de tratamento de resíduos sólidos orgânicos domiciliares instalado no bairro de Santa Rosa, Campina Grande-PB, influenciou significativamente no processo de compostagem, embora não tenha contribuído para a obtenção de maiores níveis de temperatura, favoreceu para elevação do tempo de duração da fase termófila, para todos os tratamentos do Ciclo 2 (com cobertura).

A seleção dos resíduos sólidos orgânicos na fonte geradora para a realização do processo de compostagem promoveu a melhoria da qualidade do substrato a ser tratado, e conseqüentemente e contribuiu para a viabilização do sistema enquanto produtor de compostos de qualidade, e principalmente, possibilitou a coleta e transformação de 2.767 kg de resíduos sólidos orgânicos que se fosse descartado inadequadamente no meio ambiente causariam diversos impactos negativos e inviabilizaria o exercício profissional dos catadores de materiais recicláveis.

A transformação dos resíduos sólidos orgânicos domiciliares no SITRADERO com a implantação da cobertura não possibilitou a redução da quantidade de rejeito. No entanto, destaca-se que o rejeito fora constituído de material de difícil degradação, resultante da composição inicial das respectivas leiras, demandando maior tempo de estabilização. Os rejeitos, porém, comporão os experimentos posteriores, na forma de estruturante.

A implantação da cobertura no sistema beneficiou a redução do tempo de estabilização da matéria orgânica (menos 11 dias), e instigou maior percentual de transformação de resíduos sólidos orgânicos em composto.

A eficiência do processo de compostagem foi comprovada através da produção de compostos devidamente higienizados e estabilizados e dentro das normas do Ministério da Agricultura nº 25, de 23 de julho de 2009.

Dentre os pontos positivos alcançados nesse projeto, destaca-se o empoderamento e popularização dos conhecimentos relacionados à Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, especificamente da compostagem pelas famílias envolvidas, as quais se mostraram inquietas com as questões levantadas, e

interessadas a participar e modificar o cenário do bairro, caracterizando um grande passo ao desenvolvimento de tecnologias que visam reduzir os impactos negativos gerados pelos resíduos sólidos e, sobretudo, reacender o sentimento de corresponsabilidade ambiental na sociedade.

REFERÊNCIAS

ABRELPE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. São Paulo, 2010.

ANDRADE, R. M. de; FERREIRA, J. A. A Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil frente às questões da Globalização. **Revista Eletrônica do Prodepa**, Fortaleza, v. 6, n. 1, p. 7-22, mar., 2011.

ATAÍDE, L. M. S.; LOPES, S. R.; ROSA, C. S.; SIMÕES, D. A.; TAVARES, K. G. Avaliação da fitotoxicidade de compostos orgânicos a partir de ensaios biológicos envolvendo sementes de tomate. **Revista Scientia Plena**, Sergipe, v. 7, n. 8, p. 1-12, ago., 2011.

BERNARDES, M. B. J.; NEHME, V. G. F.; COLESANTI, M. T. M. A crise ambiental: um breve resgate. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 1, n. 1, p. 15, mar., 2005. ISSN 1809-0583.

BRAGA, M. C. B.; RAMOS, S. I. P. Desenvolvimento de um modelo de banco de dados para sistematização de programas de gerenciamento integrado de resíduos sólidos em serviços de limpeza pública. **Eng. sanit. ambient**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 2, p. 162-168, abr.-jun, 2006.

BRASIL. **Lei 9795/1999**. Política Nacional de Educação Ambiental. Brasília-DF, 1999.

BRASIL. **Resolução 275/2001**. Brasília-DF, 2001.

BRASIL. **Programa de ação nacional de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca**; PAN-BRASIL. Ministério do Meio Ambiente; Secretária dos Recursos Hídricos. Brasília-DF: Diário Oficial da União, p. 207, 2005.

BRASIL. **Instrução Normativa Nº 25, de 23 de julho de 2009**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília-DF: Diário Oficial da União, Seção 1, p. 20, 28 de julho de 2009.

BRASIL. **Contagem da População 2010**. Brasília-DF: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão- IBGE. 2010.

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

DINIZ FILHO, E. T.; MESQUITA, L. X.; OLIVEIRA, A. M.; NUNES, C. G. F.; LIRA, J. F. B. A prática da compostagem no manejo sustentável de solos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 2, n. 2, p. 27-36, jul.-dez, 2007.

FADINI, P. S.; FADINI A. A. B. Lixo: desafios e compromissos. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, São Paulo, Edição especial, n. 1, p. 9-18, mai., 2001.

FERNANDES, F.; SILVA, S. M. C. P. **Manual prático para compostagem de biossólidos**, Edição FINEP – PROSAB, Rio de Janeiro. p. 92, 1999.

GADELHA, A. J. F.; ROCHA, C. O.; RIBEIRO, G. N.; BARROS, D. F. Modelos de gestão e tratamento de resíduos sólidos. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental**, Mossoró, v. 2, n. 1, p. 06-10, jan.-dez, 2008.

GADOTTI, M. Pedagogia da Terra e Cultura de Sustentabilidade. **Revista Lusófona de Educação**, Lisboa, Portugal, v. 6, n. 6, p. 15-29, 2005.

HERBETS, R. A.; COELHO, C. R. de A.; MILETTI, L. C.; MENDONÇA, M. M. Compostagem de resíduos sólidos orgânicos: aspectos biotecnológicos. **Revista Saúde e Ambiente/ Health and Environment Journal**, Joinville, Santa Catarina, v. 6, n. 1, p. 41-50, jun., 2005.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000 (PNSB, 2000)** - Rio de Janeiro, 2002. ISBN 85-240-0881-4.

JACOBI, P. Educação Ambiental, Cidadania e Sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, v. 1, n. 118, p. 189-205, mar., 2003.

JACOBI, P. R.; TRISTÃO, M.; FRANCO, M. I. G. C. A função social da Educação Ambiental nas práticas colaborativas: participação e engajamento. **Cadernos Cepes**, Campinas, v. 29, n. 77, p. 63-79, jan.-abr, 2009.

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

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

LOPES, J. C. J. **Resíduos sólidos urbanos: consensos, conflitos e desafios na gestão institucional da Região Metropolitana de Curitiba/PR**. Curitiba, PR, 2007. 250p. Doutorado (Programa de Pós-graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento). Universidade Federal do Paraná, UFPR.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de Pesquisa**. 4ª ed. São Paulo-SP: Atlas S/A, 1999, 261p.

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

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

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

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

PEREIRA, S. S. Reflexões sobre o processo de urbanização e a necessidade de gestão ambiental: o caso dos resíduos de serviço de saúde da cidade de Campina Grande/PB. **Revista de Administração, Contabilidade e Sustentabilidade – REUNIR**, Campina Grande, v. 2, n. 1, p. 87-103, jan.-abr, 2012.

PEREIRA, S. S.; MELO, J. A. B. de. Gestão dos resíduos sólidos urbanos em Campina Grande / PB e seus reflexos socioeconômicos. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, Taubaté, v. 4, n. 4, p. 193-217, set.-dez, 2008.

REIS, M. F. P. **Avaliação do processo de compostagem de resíduos sólidos urbanos**. Porto Alegre, RS, 2005. 239p. Doutorado (Programa de Pós-graduação em engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRS.

SANCHES, S. M.; SILVA, C. H. T. P.; VESPA, I. C. G.; VIEIRA, E. M. A Importância da Compostagem para a Educação Ambiental nas Escolas. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 23, p. 10-13, mai., 2006.

SANTOS, J. L. D. **Caracterização físico-química e biológica em diferentes laboratórios de produtos obtidos a partir da compostagem de resíduos orgânicos biodegradáveis**. Porto, Portugal, 2007. 122p. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada). Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.

SILVA, M. M. P. Projeto Formação de Agentes Multiplicadores em Educação Ambiental. **Relatório Técnico**. (Apresentado a Coordenadoria de Meio Ambiente vinculada à Secretaria de Planejamento). Campina Grande: Prefeitura Municipal de Campina Grande/PB, mar. 2008.

SILVA, M. M. P. **Tratamento de lodos de tanques sépticos por co-compostagem para os municípios do semi-árido paraibano: alternativa para mitigação de impactos ambientais**. Campina Grande, PB, 2008a. 219p. Doutorado (Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais). Universidade Federal de Campina Grande, UFCG.

SILVA, M. M. P. **Sistema de tratamento descentralizado de resíduos sólidos orgânicos domiciliares para Campina Grande-pb; uma contribuição para sustentabilidade territorial**. Projeto (Programa de Iniciação Científica- Quota 2009-2010). Campina Grande-PB;UEPB, 2009.

SILVA, L. M. S. **Compostagem de resíduos sólidos urbanos em locais contemplados com coleta seletiva: influência da triagem e da frequência de revolvimento**. Londrina, PR, 2009. 121p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento). Universidade Estadual de Londrina, UEL.

SILVA, M. S. F.; JÓIA, P. R. Educação Ambiental: a participação da comunidade na coleta seletiva de resíduos sólidos. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros** – Seção Três Lagoas, Três Lagoas, v. 1, n. 7, p. 121-152, 2008.

SILVA, M. M. P.; LEITE, V. D.; FLOR, A. M. A.; DUARTE, M. G.; CABRAL, S. M. Metodologia para caracterização de resíduos sólidos em escolas e condomínio; uma

contribuição para implantação de coleta seletiva. In: Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 28., 2002, Cancun, México. **Anais...** Cancun: 2007.

SILVA, M. M. P.; LEITE, V. D.; RIBEIRO, V. V. Sistema de tratamento descentralizado de resíduos sólidos orgânicos domiciliares para campina grande-pb; uma contribuição para sustentabilidade territorial. **Relatório Final de Pesquisa**. 2010. Projeto apresentado ao Programa de Iniciação Científica -CNPq/UEPB- Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2010.

SILVA, M. M. P.; LEITE, V. D.; RIBEIRO, V. V.; OLIVEIRA, J. V.; OLIVEIRA, A. G. Aplicação em escala piloto de sistema de gestão integrada de resíduos sólidos domiciliares no bairro de Santa Rosa, Campina Grande-PB. **Relatório Final**. 2011. Projeto apresentado ao Programa de Iniciação Científica - CNPq/UEPB- Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2011.

SILVA, M. M. P.; OLIVEIRA, I. S. Educação Ambiental em comunidade eclesial de base na cidade de Campina Grande: contribuição para o processo de mobilização social. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, Rio Grande, RS, v. 18, p. 212-231, jan. -jul, 2007. ISSN 1517-1256.

SILVA, M. M. P.; OLIVEIRA, A. G.; LEITE, V. D.; SOARES, L. M. P.; OLIVEIRA, S. C. A. Avaliação de sistema de tratamento descentralizado de resíduos sólidos orgânicos domiciliares em Campina Grande-PB. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 26., 2011a, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ABES, 2011a.

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

SILVA, M. M. P.; OLIVEIRA, A. G.; RIBEIRO, L. A.; CAVALCANTE, L. P. S.; LEITE, V. D. Perfil de catadores e catadoras de materiais recicláveis que atuam em Campina Grande-PB. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 26., 2011c, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ABES, 2011c.

SILVA, M. M. P.; SOARES, L. M. P.; RIBEIRO, V. V.; OLIVEIRA, S. C. A.; OLIVEIRA, A. G. Avaliação da qualidade de composto originado de sistema de tratamento descentralizado de resíduos sólidos orgânicos domiciliares para Campina Grande-PB. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 26., 2011d, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ABES, 2011d.

SILVA, M. M. P.; SOUSA, J. T.; CEBALLOS, B. S. O.; ARAÚJO, E. A.; LEITE, V. D. Mesoinvertebrados que atuam em diferentes fases da cocompostagem de lodos de tanques sépticos coletivos e resíduos sólidos orgânicos domiciliares. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 26., 2011e, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ABES, 2011e.

SILVA, M. M. P.; SOUSA, J. T.; 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**, Mossoró, v. 23, n. 2, p. 87-92, abr.-jun, 2010a.

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