



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

**LILIANA MARIA PEREIRA SOARES**

**INFLUÊNCIA DE DIFERENTES DOSES DE COMPOSTOS PRODUZIDOS NO  
SISTEMA DE TRATAMENTO DESCENTRALIZADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS  
ORGÂNICOS DOMICILIARES PARA O DESENVOLVIMENTO DE TOMATEIRO  
(*Lycopersicum esculentum*)**

**CAMPINA GRANDE - PB  
JANEIRO DE 2012**

**LILIANA MARIA PEREIRA SOARES**

**INFLUÊNCIA DE DIFERENTES DOSES DE COMPOSTOS PRODUZIDOS NO  
SISTEMA DE TRATAMENTO DESCENTRALIZADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS  
ORGÂNICOS DOMICILIARES PARA O DESENVOLVIMENTO DE TOMATEIRO  
(*Lycopersicum esculentum*)**

Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento à exigência para obtenção do grau de Licenciada em Ciências Biológicas.

**Orientadora**

**Profa. Dra. Monica Maria Pereira da Silva**

**CAMPINA GRANDE - PB**

**JANEIRO DE 2012.**

FICHA

S676i

Soares, Liliana Maria Pereira.

Influência de diferentes doses de compostos produzidos no sistema de tratamento descentralizado de resíduos sólidos orgânicos domiciliares para o desenvolvimento de tomateiro (*Lycopersicon esculentum*) [manuscrito] / Liliana Maria Pereira Soares. – 2012.  
63 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. Resíduos sólidos. 2. Coleta de resíduos. 3. Lixo.  
4. Fitotoxicidade. I. Título.

CDD 21. Ed. 363.728

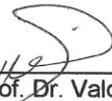
**LILIANA MARIA PEREIRA SOARES**

**INFLUÊNCIA DE DIFERENTES DOSES DE COMPOSTOS PRODUZIDOS NO  
SISTEMA DE TRATAMENTO DESCENTRALIZADO DE RESÍDUOS  
SÓLIDOS ORGÂNICOS DOMICILIARES PARA O DESENVOLVIMENTO DE  
TOMATEIRO (*Lycopersicon esculentum*)**

**BANCA EXAMINADORA**

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

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

  
Examinador Externo: Prof. Dr. Valderi Duarte Leite  
Departamento de Química/CCT/UEPB

Aprovada em 23/01/2012.

CAMPINA GRANDE – PB  
JANEIRO DE 2012

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho aos meus Pais, exemplos  
de amor e dedicação a família.*

## AGRADECIMENTOS

A realização desse sonho só foi possível graças à contribuição de várias pessoas a quem gostaria de expressar o meu profundo reconhecimento.

Agradeço a Deus, pelo presente da vida, por ser luz em meu caminho e principalmente, por mais um dia de oportunidade, de aprendizado, de aperfeiçoamento e crescimento.

Agradeço carinhosamente aos meus pais, Lindalvo Ouriques Soares e Maria Santana G.P. Soares, pelo amor incondicional, pela dedicação, pelos ensinamentos e pelo apoio em todos os momentos da minha vida. Amo vocês!

Aos meus tios, Francisco de Assis, Conceição e Egberto Araújo pelo apoio e dedicação em todos os momentos.

Agradeço a minha orientadora Professora Doutora Monica Maria pela amizade e oportunidade concedida, pela excelente orientação, disponibilidade e incansável ajuda na concretização deste trabalho, mas, sobretudo, por acreditar em meu potencial.

A Professora Doutora Valéria Veras pelo empenho, apoio e colaboração durante a realização do meu trabalho.

A todos da minha família, aos meus amigos e amigas, pelo apoio e momentos de alegria.

A todos os colegas do GEEA - Grupo de Extensão e de Pesquisa em Gestão e Educação Ambiental, pela amizade, apoio e troca de conhecimentos.

A EXTRABES (Estação Experimental de Tratamento Biológico e Sanitário) por conceder a utilização do laboratório para a realização da pesquisa.

A querida Aline pela disponibilidade e contribuição no decorrer deste trabalho.

A minha turma Biologia 2007.2 pelo carinho e pela certeza de que após esses quatro anos de convivência deixamos de ser colegas para nos tornarmos amigos. Agradeço em especial a Samara Carolina, Tatianne Barbosa, Virgínea Borges, Marília Guimarães, Priscila Gouveia, Tiago Allef e Ribamar Cipriano, pela sabedoria, cumplicidade e pelos momentos de descontração. Amo vocês!

Enfim, a todos que de alguma maneira contribuíram para a execução desse trabalho, seja pela ajuda constante ou por uma palavra de amizade!

Muito Obrigada!

*“O que vale na vida não é o ponto de partida e  
sim a caminhada. Caminhando e semeando, no  
fim terás o que colher.”*

*Cora Coralina*

**INFLUÊNCIA DE DIFERENTES DOSES DE COMPOSTOS PRODUZIDOS NO SISTEMA DE TRATAMENTO DESCENTRALIZADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS DOMICILIARES PARA O DESENVOLVIMENTO DE TOMATEIRO**  
*(Lycopersicum esculentum)*

**RESUMO**

Um dos maiores desafios para a sociedade contemporânea é a falta de gestão de resíduos sólidos. O fato é que a grande quantidade de resíduos sólidos produzida pela população passou a ser encarada como um problema, o qual deveria ser reparado pela população. O aproveitamento da matéria orgânica putrescível para produção de **compostos orgânicos** é fundamental para redução do volume de resíduos destinado ao lixão ou ao aterro sanitário. Além de ser uma alternativa viável e de baixo custo, resulta na produção de composto orgânico adequado ao uso agrícola. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes doses de compostos produzidos no sistema de tratamento descentralizado de resíduos sólidos orgânicos domiciliares (SITRADERO), localizado no bairro Santa Rosa, Campina Grande - PB, no desenvolvimento de culturas agrícolas. O Teste de Fitotoxicidade foi realizado de outubro a novembro de 2011, para o qual foram utilizadas sementes de tomateiro (*Lycopersicum esculentum*) e diferentes frações de compostos orgânicos tipo pó, originados dos tratamentos 1 (T1) e 2 (T2) e de húmus vegetal (H: Controle), nas proporções de 25% e 50% de composto. As variáveis analisadas foram altura das plantas, número de folhas, biomassa verde, percentual de emergência, primeira contagem e índice de velocidade de emergência. A utilização do composto, na proporção de 50%, propiciou a emergência das mudas, com altura de plantas e índice de velocidade de emergência superior ao do composto industrializado (testemunha). O teste realizado com sementes de tomateiro não constatou efeitos fitotóxicos, o que demonstra a eficiência dos compostos produzidos no SITRADERO em relação ao industrializado. Portanto, os compostos originados do SITRADERO apresentaram características agronômicas favoráveis ao uso agrícola.

**Palavras-chave:** Resíduos Sólidos Orgânicos, Compostagem, Composto orgânico e Teste de Fitotoxicidade.

# INFLUENCE OF DIFFERENT DOSES OF COMPOUNDS PRODUCED IN THE TREATMENT SYSTEM DECENTRALISED DOMESTIC SOLID WASTE ORGANIC DEVELOPMENT OF TOMATO (*Lycopersicon esculentum*)

## ABSTRACT

A major challenge to contemporary society is the lack of solid waste management. The fact is that the large amount of solid waste produced by the population came to be regarded as a problem, which should be repaired by the population. The use of putrescible organic matter to produce organic compounds is essential for reducing the volume of waste destined for landfill or landfill. In addition to being a viable alternative, low-cost, results in the production of organic compost suitable for agricultural use. The objective of this study was to evaluate the influence of different doses of compounds produced in the system of decentralized processing organic household solid waste (SITRADERO), located in Santa Rosa neighborhood, Campina Grande - PB in the development of agricultural crops. The Fitotoxicidade test was conducted from October to November 2011, for which we used seeds of tomato (*Lycopersicon esculentum*) and different fractions of organic powder type, originated from a treatment (T1) and second (T2) and vegetable humus (H: Control), in proportions of 25% and 50% of the composite variables were plant height, leaf number, green biomass, percentage of emergency, the first count and emergency speed index. The use of compost in the proportion of 50%, led to the emergence of seedlings, plant height and emergence speed index higher than the industrial compound (control). The test performed with tomato seeds found no phytotoxic effects, which demonstrates the effectiveness of the compounds produced in SITRADERO in relation to industrial. Therefore, the compounds had originated from SITRADERO agronomic traits conducive to agricultural use.

**Keywords:** Organic Solid Waste, Composting, organic compounds and test Fitotoxicidade.

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1.** Foto do Sistema de Tratamento Descentralizado de Resíduos Sólidos Orgânicos Domiciliares. Santa Rosa, Campina Grande-PB, 2010. **34**
- FIGURA 2.** Valores diários de temperatura (°C) referentes ao tratamento T1S1, Campina Grande-PB. **39**
- FIGURA 3.** Valores diários de temperatura (°C) referentes ao tratamento T1S2, Campina Grande- PB. **39**
- FIGURA 4.** Valores diários de temperatura (°C) referentes ao tratamento T1S3, Campina Grande- PB. **40**
- FIGURA 5.** Valores diários de temperatura (°C) referentes ao tratamento T1S4, Campina Grande- PB. **40**
- FIGURA 6.** Valores diários de temperatura (°C) referentes ao tratamento T2S1, Campina Grande- PB. **41**
- FIGURA 7.** Valores diários de temperatura (°C) referentes ao tratamento T2S2, Campina Grande- PB. **41**
- FIGURA 8.** Valores diários de temperatura (°C) referentes ao tratamento T2S3, Campina Grande- PB. **41**
- FIGURA 9.** Valores diários de temperatura (°C) referentes ao tratamento T2S4, Campina Grande- PB **41**
- FIGURA 10.** Níveis de pH para o tratamento 1 por compostagem SITRADERO. Campina Grande-PB, 2011. **42**

<b>FIGURA 11.</b> Níveis de pH para o tratamento 2 por compostagem SITRADERO. Campina Grande-PB, 2011.	<b>43</b>
<b>FIGURA 12.</b> Valores médios relativos ao teor de umidade para o tratamento 1 por compostagem. Campina Grande-PB, 2011.	<b>44</b>
<b>FIGURA 13.</b> Valores médios relativos ao teor de umidade para o tratamento 2 por compostagem. Campina Grande-PB, 2011.	<b>44</b>
<b>FIGURA 14.</b> Valores médios de STV para o tratamento 1 por compostagem. Campina Grande-PB, 2011.	<b>45</b>
<b>FIGURA 15.</b> Valores médios de STV para o tratamento 1 por compostagem. Campina Grande-PB, 2011.	<b>46</b>

## LISTA DE QUADROS

<b>QUADRO 1</b> - Principais vantagens e desvantagens dos sistemas de compostagem	<b>26</b>
<b>QUADRO 2</b> - Especificações dos fertilizantes orgânicos mistos e compostos	<b>29</b>
<b>QUADRO 3</b> - Descrição das siglas utilizadas para os tratamentos aplicados aos resíduos sólidos orgânicos em Santa Rosa, Campina Grande-PB. Março a Agosto de 2011.	<b>35</b>
<b>QUADRO 4</b> - Composição dos Tratamentos 1 e 2 aplicados aos resíduos sólidos orgânicos domiciliares	<b>35</b>
<b>QUADRO 5</b> - Métodos e freqüências de análise dos parâmetros físico, químicos e biológicos dos diferentes tratamentos	<b>37</b>
<b>QUADRO 6</b> - Organização das parcelas relativas ao teste de fitotoxicidade aplicados aos compostos orgânicos tipo pó originados dos diferentes tratamentos referentes a T1, T2 e de Húmus Vegetal.	<b>38</b>

## LISTA DE TABELAS

- TABELA 1.** Composição da massa final resultante dos diferentes tratamentos por compostagem e o percentual de transformação do substrato em composto, Campina Grande-PB, 2011. **47**
- TABELA 2.** Valores médios referentes às características dos compostos obtidos no final dos diferentes tratamentos por compostagem. Campina Grande-PB, 2011. **48**
- TABELA 3.** Valores médios da altura de plantas (AP) em cm, biomassa verde (BV) em g e número de folhas (NF). Campina Grande-PB, 2011. **49**
- TABELA 4.** Avaliação de Emergência (EM), Primeira Contagem (PC) e Índice de Velocidade de Emergência (IVE) em sementes de tomate, utilizando vários substratos. Campina Grande-PB, 2011. **50**

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	
LISTA DE QUADROS	
LISTA DE TABELAS	
RESUMO	
ABSTRACT	
<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>15</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>18</b>
<b>3.0 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>19</b>
3.1. Problemática que envolve os resíduos sólidos domiciliares	19
3.2. Formas de tratamento e/ou disposição final de resíduos sólidos	22
3.3. A compostagem como alternativa tecnológica para o tratamento de resíduos sólidos orgânicos domiciliares	24
3.4. Importância da aplicação do composto orgânico em culturas agrícolas	30
3.5. Teste Biológico; indicadores de maturidade e estabilidade do composto	31
<b>4.0 MATERIAL E MÉTODO</b>	<b>33</b>
4.1. Caracterização da Pesquisa	33
4.2. Caracterização da área de estudo	33

4.3. O Sistema de Tratamento Descentralizado de Resíduos Sólidos Orgânicos (SITRADERO); aplicação em escala piloto	33
4.4. Avaliação da qualidade do composto produzido no SITRADERO	37
4.5. Testes Biológicos aplicados aos compostos originados dos diferentes tratamentos	37
<b>5.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>39</b>
5.1. Monitoramento do sistema de tratamento descentralizado de resíduos sólidos orgânicos domiciliares	39
5.1.1. Teor de Umidade	43
5.1.2. Sólidos Totais Voláteis	45
6.0 O composto resultante dos diferentes tratamentos de compostagem	46
6.1 Avaliação da qualidade dos compostos produzidos no SITRADERO	47
6.2 Testes Biológicos aplicados aos compostos originados dos diferentes tratamentos de compostagem	48
<b>7.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>52</b>
<b>8.0 REFERÊNCIAS</b>	<b>53</b>

## 1.0 INTRODUÇÃO

Ao longo do século XX a ação antrópica no meio ambiente e seus resultados têm permeado as discussões no cenário ambiental. Entretanto, apenas nas últimas décadas, salvaguardar as condições ambientais tem sido uma das mais importantes preocupações da sociedade.

Um dos maiores desafios para a sociedade contemporânea é a falta de gestão de resíduos sólidos. O crescimento da produção, o gerenciamento inadequado e a falta de disposição final dos resíduos sólidos, segundo Jacobi e Besen (2011), tem preocupado a população.

Conforme Ribeiro *et al.* (2009), o modelo de desenvolvimento tecnológico e econômico vigente propicia o consumismo exacerbado, tanto em países ricos como em países pobres, com a consequente, geração de resíduos, tais como: plásticos, papéis, orgânicos, metais, resíduos do serviço de saúde e industriais.

O fato é que a grande quantidade de resíduos sólidos produzida pela população passou a ser encarada como um problema, o qual deveria ser combatido.

O problema torna-se preocupante quando é considerada a quantidade de resíduos sólidos orgânicos.

Estima-se que cada ser humano produza em média 0,5 kg de resíduos orgânicos diariamente (RIBEIRO, 2005).

O gerenciamento inadequado de resíduos sólidos orgânicos acarreta sérios problemas ambientais, sociais e na saúde.

Para Peneluc e Silva (2008), a Educação Ambiental constitui um dos fatores imprescindíveis ao gerenciamento adequado dos resíduos sólidos.

Os impactos desses resíduos no ambiente e na saúde acarretam a contaminação do solo, o assoreamento de rios e lagos, e a proliferação de vetores responsáveis pela transmissão de doenças (DIAS, 2003). Além de favorecer a ação de organismos anaeróbios, consequentemente, a geração de chorume e gases, em geral, indesejáveis (SILVA, 2008).

Devido a sua rápida degradação, é importante que os resíduos orgânicos sejam coletados e tratados (MASSUKADO, 2008), de forma a evitar os impactos negativos, gerando percolato com a presença de elevada concentração de DQO

(demanda química de oxigênio) e de ácidos graxos voláteis e, em alguns casos, significativa concentração de metais pesados (LUNA *et al.*, 2009).

Existem diversas formas de disposição final e/ou tratamento para resíduos sólidos. Dentre as quais, destaca-se a compostagem. Uma das alternativas para tratar os resíduos sólidos orgânicos, que segundo Massukado (2008), produz ao final do processo, um material estável que pode ser utilizado como condicionador de solos ou até atuar como fertilizante.

O reaproveitamento de matéria orgânica por compostagem é fundamental para a redução do volume de resíduos destinados ao aterro sanitário.

Visto que atende não somente aos aspectos sanitários e a diminuição dos aterros, como também aos aspectos sociais, ambientais e econômicos, a compostagem é a melhor alternativa na gestão e transformação dos resíduos orgânicos (KUMIYA *et al.*, 2009), tendo-se indiretamente como benefício, a redução nos custos de implantação e operação de sistemas para o tratamento de chorume (MASSUKADO, 2008).

Realizada de maneira correta, a compostagem de resíduo orgânico apresenta ganhos reais à sociedade e benefícios incontestáveis para o gerenciamento público de resíduos sólidos no município (SILVA *et al.*, 2005).

Para Gomes *et al.*(2008), adotar tecnologias que proporcionem a reutilização e incorporação da matéria orgânica no solo é fundamental para manter e proteger as propriedades edáficas e o bom desenvolvimento do agrícola.

Para que o composto orgânico seja adequado ao uso agrícola são feitos testes biológicos para avaliar o grau de maturidade do biofertilizante e sua qualidade para o fim agrícola.

Um composto imaturo, além de conter substâncias fitotóxicas, normalmente contém matéria orgânica que não foi completamente digerida (MARQUES; HOGLAND, 2002). Na literatura existe uma variedade de testes biológicos, como os testes de fitotoxicidade, estes são recomendados como importantes indicadores de maturidade do biofertilizante e do seu potencial negativo às plantas (TAM e TIQUIA, 1994).

Um dos parâmetros do teste fitotóxico que determina a maturação do composto é o índice de germinação de sementes, que de acordo com Silva e Bôas (2007), representa uma condição química-orgânica que indica a presença ou ausência de compostos orgânicos que podem causar fitotoxicidade.

É reconhecido o efeito benéfico da adubação orgânica na produtividade das culturas, assim como, o aprimoramento nas condições físicas, químicas e biológicas do solo, graças à sua utilização (MAGRO *et al.*, 2010). Além de ser fonte de nutrientes (N, P, K), Oliveira *et al.* (2005), enfatiza a importância do composto orgânico no aumento da população de micronutrientes benéficos, como fungos e bactérias que auxiliam na disponibilização dos nutrientes minerais do solo para as plantas.

Objetivando apontar soluções para o tratamento e destinação final de resíduos sólidos orgânicos domiciliares, foi instalado no bairro de Santa Rosa, Campina Grande-PB em escala piloto, um sistema descentralizado de tratamento de resíduos sólidos orgânicos domiciliares (SITRADERO). Este foi construído em alvenaria e constituído de unidade de recepção, trituração, composteiras e unidade de armazenamento de compostos. O composto produzido será utilizado em culturas comumente cultivadas na horta comunitária local (SILVA, 2011).

A implantação do sistema enunciado suscitou os seguintes questionamentos: o composto originado do sistema de tratamento descentralizado de resíduos sólidos orgânicos domiciliares é viável para ser usado na horta comunitária já existente?

Logo, o principal objetivo deste trabalho consistiu em avaliar a influência de diferentes doses de compostos produzidos no sistema de tratamento descentralizado de resíduos sólidos orgânicos domiciliares para o desenvolvimento de tomateiro (*lycopersicum esculentum*).

## 2.0 OBJETIVOS

### 2.1 Geral

- Avaliar a influência de diferentes doses de compostos produzidos no sistema de tratamento descentralizado de resíduos sólidos orgânicos domiciliares para o desenvolvimento de tomateiro (*lycopersicum esculentum*)

### 2.2 Específicos

- Realizar análise química e física dos compostos originados do Sistema de Tratamento de Resíduos Sólidos Orgânicos Domiciliares instalado no Bairro de Santa Rosa, Campina Grande-PB;
- Produzir um biofertilizante de boa qualidade sanitária;
- Contribuir para mitigar os impactos socioambientais negativos decorrentes da disposição inadequada desses resíduos.

### 3.0 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

#### 3.1 Problemática que envolve os resíduos sólidos domiciliares

O crescimento populacional, o desenvolvimento industrial, a adoção de novos padrões de consumo e a falta de sensibilização da sociedade em relação ao meio ambiente, tem provocado a crescente produção de resíduos sólidos. Em consequência, os resíduos gerados pela sociedade em suas diversas atividades, resultam em riscos à saúde pública, provocam degradação ambiental, além dos aspectos sociais, econômicos e administrativos envolvidos na questão (SIQUEIRA; MORAIS, 2009).

Estima-se que cada ser humano produza em média 0,5 kg de resíduos orgânicos diariamente (RIBEIRO, *et al* 2005). Multiplicando-se pelo total da população mundial, 7 bilhões em 2011 de acordo com o (UFNPA) - Fundo de População das Nações Unidas, teremos a espantosa cifra de 3,5 bilhões de quilos de resíduos orgânicos produzidos diariamente.

Em 2010, segundo o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil - ABRELPA, 6,7 milhões de toneladas de Resíduos Sólidos Urbanos deixaram de ser coletados, favorecendo o crescimento de quase 23 milhões de toneladas de RSU que seguiram para lixões ou aterros controlados, provocando consideráveis danos ao meio ambiente.

De acordo com Leite *et. al.* (2007), são geradas diariamente em Campina Grande-PB, 184,14 toneladas de resíduos sólidos, correspondendo a uma produção diária de 0,54 kg/hab, dos quais aproximadamente 75,44% correspondem à matéria orgânica. A população do bairro de Santa Rosa investigada por Silva (2010), produz diariamente, 5,7 toneladas destinadas em 2011 ao lixão da cidade, sem nenhuma seleção ou tratamento. A maior parte dos resíduos produzida (92,9%) é passível de reutilização ou reciclagem. Desses, 80% correspondem a resíduos orgânicos.

Os resíduos coletados na cidade, como na maioria das cidades brasileiras, são destinados ao lixão sem nenhum tratamento (LEITE *et al.*, 2007), haja vista que o município de Campina Grande não conta com sistema de gestão de resíduos sólidos, embora no início de janeiro de 2012, foi instalado o aterro sanitário, sem a participação efetiva da sociedade.

De acordo com Sanches *et al.* (2006), o manejo inadequado de resíduos sólidos de qualquer origem gera desperdícios, constitui ameaça constante à saúde pública e agrava a degradação ambiental, comprometendo a qualidade de vida das populações, especialmente, nos centros urbanos de médio e grande porte. Ainda segundo este autor, a situação evidencia a urgência em se adotar um sistema de sensibilização educacional adequado para o manejo dos resíduos, definindo uma política para a gestão, a qual assegure a melhoria continuada do nível de qualidade de vida, promovendo ações práticas recomendadas para a saúde pública e protegendo o meio ambiente.

A gestão dos resíduos sólidos num município abrange vários aspectos relacionados, a sua origem, geração, armazenamento, coleta, tratamento, e disposição final (QUISSINI *et al.*, 2007). A geração excessiva de resíduos e o mau gerenciamento ou descaso com os mesmos, pode gerar diversos problemas a um município, tanto sanitários, sociais, ambientais e econômicos.

A forma que esses resíduos vêm sendo coletados e destinados na maioria das cidades e considerando a heterogeneidade dos resíduos sólidos gerados pela população atual, são necessárias soluções diferenciadas para os resíduos de acordo com as suas características (SILVA; JOIA, 2008). A Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, não constitui uma única solução, mas um conjunto de alternativas que vislumbra desde a redução dos padrões de produção e de consumo, até a disposição final correta (OLIVEIRA; SILVA, 2007).

Segundo Roviriego (2005) gerenciar resíduos de forma integrada é articular ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento, apoiada em critérios sanitários, ambientais e econômicos, para coletar, tratar e dispor o resíduo sólido.

A gestão integrada de resíduos sólidos baseia-se na redução na fonte geradora dos resíduos, na reutilização e reciclagem, no tratamento e transformação dos resíduos e na deposição em aterros (RUSSO, 2003). O autor cita ainda que o programa de gestão de resíduos sólidos pode compreender soluções de reciclagem, compostagem, incineração, autoclavagem, tratamentos físico-químicos, aterros sanitários e de rejeitos, observando-se qual é o tratamento mais adequado para as necessidades e realidade local.

Braga e Ramos (2006) constataram que o gerenciamento integrado de resíduos em uma região requer o conhecimento das alternativas e tecnologias

disponíveis, dos custos econômicos e ambientais associados a essas alternativas e sua aplicabilidade para uma região específica.

As diretrizes para a gestão socialmente integrada de resíduos deve contemplar programas que visem à implementação dos 5 R's: Reduzir o consumo e a produção de resíduos, Reutilizar e/ou Reciclar, Repensar as atitudes que degradam o meio ambiente e Realizar Educação Ambiental (SILVA, 2007). Segundo a autora, o alcance dos 5 Rs proporcionará, entre outros benefícios, a diminuição dos impactos ambientais e sociais negativos, a formação de hábitos sustentáveis, e a responsabilização com os recursos ambientais e com a melhoria da comunidade.

A Política Nacional de Educação Ambiental, Lei n.º 9.795 de 1999 (BRASIL, 1999) em seu Art. 1º define Educação Ambiental como o processo, através do qual 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.

A Educação Ambiental, segundo Dias e Paixão (2000), ressalta a importância ambiental de se combater o desperdício dos materiais recicláveis, permitindo que apenas a parcela de lixo que, por razões próprias, não pode deixar de ser considerada como tal.

Para isto, torna-se necessário um programa de Educação Ambiental (FLOR *et al.*, 2001), tendo como base a sensibilização, visando a construção de um comportamento ambientalmente responsável, permitindo a redução, reutilização e reciclagem dos resíduos sólidos, podendo ainda gerar recursos financeiros para comunidade.

Nesse sentido, cabe destacar que a Educação Ambiental assume cada vez mais uma função transformadora, na qual a responsabilização dos indivíduos torna-se um objetivo essencial para promover um novo tipo de desenvolvimento, o desenvolvimento sustentável (JACOBI, 2003). A partir desses princípios, o cidadão deve aprender a reduzir o lixo gerado, reutilizar sempre que possível os materiais antes de descartá-los e, só por último, pensar na reciclagem dos materiais (SOARES *et al.*, 2007).

Para que haja o empoderamento e a efetivação de qualquer tipo de tecnologia para o tratamento de resíduos sólidos (SILVA *et al.*, 2009), é necessária superação de preconceitos.

Existem atualmente diversas formas de tratamento e/ou destinação final para os resíduos sólidos. Entre elas destacam-se: aterro sanitário, aterro controlado, lixões, incineração, compostagem e reciclagem. Os quais requerem intenso trabalho de educação ambiental para alcançar os objetivos delineados.

### 3.2 Formas de tratamento e/ou disposição final de resíduos sólidos

Lixão é o local inadequado da disposição final dos resíduos sólidos, que se caracteriza pela simples descarga sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública (ROVIRIEGO, 2005).

No Brasil a maioria dos resíduos sólidos produzida é disposta em lixões. E isto tem como consequência a poluição do ar, do solo e dos corpos aquáticos, além de favorecer a proliferação de micro e macrovetores (LOPES *et al.*, 2000).

Em algumas cidades há a adoção de aterros ou lixões controlados, onde os resíduos são cobertos por uma camada de terra, mas segundo Maringá (2005) esse tipo, reduz apenas a poluição visual, não reduz a poluição do solo, da água e da atmosfera.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei 12.305/10 em seu Art.47., proíbe o lançamento *in natura* a céu aberto de resíduos sólidos ou rejeitos, excetuado os resíduos de mineração.

De acordo com Fadini e Fadini (2001), aterro sanitário é o local utilizado para a disposição de resíduos sólidos– doméstico e industrial– no solo impermeabilizado, com sistema de drenagem para o chorume. A deposição em aterros sanitários é, atualmente, uma das soluções mais apropriadas e indicadas para a deposição final dos resíduos sólidos. Esse tipo de deposição permite a extração de gases inflamáveis, como o metano, que são gerados a partir da digestão das bactérias presentes no resíduo sólido (RIBEIRO, 2005).

Apesar das vantagens apresentadas pelos autores, Lopes (2007) ressalta as desvantagens desse tipo de disposição final que exige extensões de terrenos amplas que requerem relativa capacidade de suporte e a possibilidade de haver a proliferação de odores e a contaminação de chorume no solo e lençol freático

Aterrar materiais que possam ser encaminhados à reciclagem e/ou compostagem, além de desperdício de recursos naturais, mão de obra, e energia,

diminui a vida útil dos aterros, por isso, o sistema de aterro sanitário precisa ser associado à coleta seletiva de resíduos e à reciclagem (NAIME *et al.*, 2008).

Segundo Ribeiro (2005), a vida útil de um aterro sanitário, varia de acordo com a quantidade de resíduos gerada pela população, bem como, se a população adota ou não a coleta seletiva. Suzuki e Gomes (2009) ressaltam também, que apenas a implantação de aterros sanitários não resolve o problema dos resíduos sólidos urbanos, uma vez que a gestão dos resíduos compõe-se de outras etapas além da destinação final.

Cunha e Caixeta Filho (2002) afirmam que o aterro controlado é um método de disposição final dos resíduos com eficácia bem inferior à possibilitada pelos aterros sanitários, pois, ao contrário deste, não ocorre inertização da massa do resíduo em processo de decomposição. Essa não é a técnica mais recomendada, mas preferível ao lixão, pois a poluição gerada é menor (YOSHITAKE *et al.*, 2010).

A incineração é o processo entendido como a queima controlada de resíduos sólidos ou semi – sólidos (LIBÂNIO, 2002), a uma temperatura que varia de 800 ° C a 1.000 ° C (OLIVEIRA *et al.*, 2007).

A incineração é um processo para reduzir o volume e a variedade de materiais que compõem o resíduo sólido urbano, além dos lixos considerados perigosos (LOPES, 2007).

É um dos métodos mais seguros para o tratamento dos resíduos hospitalares perigosos para a saúde e certos resíduos industriais (RUSSO, 2003). Porém, deve ser limitada ao necessário, não sendo indicada para materiais passíveis de reutilização e/ou reciclagem.

Para Lopes (2007) diversos autores concordam que a incineração pode produzir efeitos prejudiciais à qualidade do ar, com a liberação de gases que contribuem para o efeito estufa, e por gerar cinzas que concentram metais pesados. Apontam também a necessidade de aterros sanitários específicos e seguros para receber os rejeitos resultantes da própria operação, os quais são considerados perigosos. Deve ser limitada ao necessário, não sendo indicada para materiais passíveis de reutilização e/ou reciclagem.

As usinas de triagem servem para separação dos materiais recicláveis presentes nos resíduos sólidos urbanos, para o seu posterior, encaminhamento às indústrias de reciclagem (PRADO FILHO; SOBREIRA, 2007) e, juntamente com a

coleta seletiva, garantem o abastecimento das indústrias de reciclagem e da separação da matéria orgânica destinada a compostagem.

Segundo Roviriego (2005) a coleta seletiva realizada por cooperativas se baseia na idéia de que os catadores e catadoras de materiais recicláveis possam formar organizações de trabalho e se responsabilizar pela coleta de materiais recicláveis do município.

As vantagens do envolvimento dos catadores de materiais recicláveis, de acordo com Monteiro e Zveibil (2001) são: a geração de emprego e renda, resgate da cidadania dos catadores, redução das despesas com os programas de reciclagem, organização do trabalho dos catadores e redução de despesas com a coleta, transferência e disposição final dos resíduos.

É uma alternativa para a redução dos resíduos sólidos no ambiente, tendo diminuído muitos dos problemas gerados pela disposição inadequada de lixo e pela grande quantidade gerada (SOARES *et al.*, 2007).

Para Lopes (2007) é necessário esclarecer que as práticas da reciclagem, compostagem e incineração não podem ser analisadas como técnicas de disposição final dos resíduos sólidos, mas, como processos de manejo dos resíduos sólidos. Freitas (2007) complementa afirmando que a disposição final dos resíduos sólidos deve ser uma atividade suplementar à reciclagem em um sistema de gestão integrada de resíduos sólidos, pois remete à recuperação de recicláveis à reciclagem e, à compostagem de matéria orgânica.

A compostagem é a transformação de resíduos sólidos orgânicos, por meio de processos físicos, químicos e biológicos, em material biogênico mais estável e resistente (OLIVEIRA *et al.*, 2007). Para Herberts *et al.*(2005), é um processo eficiente que deveria ser amplamente utilizado nas cidades brasileiras, visto que atende, não somente a aspectos sanitários e à diminuição dos aterros, como também a aspectos sociais, ambientais e econômicos. Exigem, porém, cuidados especiais, tais como: tecnologia e monitoramento adequados.

### 3.3 A compostagem como alternativa tecnológica para o tratamento de resíduos sólidos orgânicos domiciliares

A compostagem é um processo de decomposição aeróbia da matéria orgânica em substâncias húmicas relativamente estáveis (SILVA; BÔAS, 2007), que além de solucionar os problemas econômicos, ecológicos e até de saúde causados pelo acúmulo de resíduos, resulta na produção de matéria orgânica pronta para ser utilizada na agricultura (TEIXEIRA *et al.*, 2002).

A compostagem é uma alternativa viável e de baixo custo para o processamento da parte orgânica do resíduo (TEIXEIRA *et al.*, 2002), aumentando a vida útil do aterro sanitário, reduzindo a emissão do gás metano e a geração de lixiviado.

Segundo Santos (2007), a compostagem pode se realizar, em diversos níveis, desde pequena (sistemas descentralizados) a grande escala (sistemas centralizados).

Para Massukado (2008) o objetivo de unidades descentralizadas de compostagem é gerenciar a fração orgânica o mais próximo possível do local onde os resíduos foram gerados.

Entre as vantagens do tratamento descentralizado, Wagner e Bellotto (2008) destacam: a eficiência, simplicidade, baixo custo, necessidade de pouca manutenção, redução dos custos com o transporte, a possibilidade de construção gradativa do sistema e a ampliação ou redução da capacidade de tratamento em relação aos sistemas centralizados.

A descentralização dos serviços de saneamento permite à comunidade refletir sobre suas práticas e atitudes em relação ao meio ambiente, bem como, evidenciar sua capacidade de autonomia e de cidadania. Proporciona ainda o incentivo à criatividade social voltada para a formulação e adoção de tecnologias apropriadas às condições específicas da comunidade (PHILIPPI, 2000).

Em estudo realizado por Silva *et al.* (2011a), o sistema de tratamento descentralizado de resíduos sólidos orgânicos domiciliares compreendeu uma alternativa eficiente, de baixo custo e fácil operação, proporcionando a inviabilidade de ovos de helmintos e gerando compostos sanitizados e com características que atendem a legislação brasileira vigente, reduzindo-se os riscos à saúde humana e dos demais seres vivos.

A compostagem pode ser realizada, basicamente segundo o método de leiras revolvidas ou sistema *windrow*; leiras estáticas aeradas ou *static piles* e sistema fechado ou acelerado. (MASSUKADO, 2008).

No Quadro 1 encontram-se os diferentes tipos de sistemas de compostagem, e quais os problemas e vantagens decorrentes de seu uso.

**Quadro 1:** Principais vantagens e desvantagens dos sistemas de compostagem

Sistema de Compostagem	Vantagens	Desvantagens
Leiras revolvidas ou sistema <i>windrow</i>	<p>Baixo investimento inicial;</p> <p>Flexibilidade para processar quantidades diferentes de resíduos;</p> <p>Simplicidade de operação;</p> <p>Composto resultante homogêneo e de boa qualidade;</p> <p>Possibilidade de rápida diminuição do teor de umidade.</p>	<p>Necessidade de grandes áreas;</p> <p>Difícil controle de odores;</p> <p>Dependente do clima. Em períodos de chuva o revolvimento é prejudicado;</p> <p>Necessidade de monitoramento criterioso da aeração;</p>
Leiras estáticas aeradas	<p>Baixo investimento inicial;</p> <p>Melhor controle de odores;</p> <p>Controle da temperatura e aeração;</p> <p>Estabilização mais rápida que no sistema anterior;</p> <p>Melhor uso da área disponível.</p>	<p>Necessidade de bom dimensionamento do sistema de aeração e controle dos aeradores durante o processo;</p> <p>Dependente do clima.</p>
Sistema fechado ou acelerado	<p>Menor demanda de área;</p> <p>Melhor controle do processo de compostagem;</p> <p>Independência dos fatores climáticos;</p> <p>Potencial para recuperação da energia térmica.</p>	<p>Elevado investimento inicial;</p> <p>Dependência de sistemas mecânicos especializados;</p> <p>Menor flexibilidade para tratar volumes variáveis de resíduos;</p> <p>Risco de erro difícil de ser reparado se o sistema for mal dimensionado.</p>

Fonte: Adaptado de Reis (2005)

No sistema de leiras revolvidas, a leira é montada sobre o solo compactado ou impermeabilizado e a aeração é realizada por revolvimento, manual ou mecânico, que tem por objetivo aumentar a porosidade da pilha e melhorar a homogeneidade dos resíduos (MASSUKADO, 2008).

Esse tipo de compostagem segundo Reis (2005), pode gerar problemas com odores no início do processo, que podem ser minimizados com o aumento na frequência dos reviramentos e do controle no aumento dos teores de umidade para evitar a anaerobiose.

O sistema de leiras estáticas difere da compostagem natural pelo fato de não sofrer nenhum revolvimento (REIS, 2005). As leiras são colocadas sobre uma tubulação perfurada de 10 cm de diâmetro acoplado a um soprador ou exaustor, que injeta ou aspira o ar na massa a ser compostada (MASSUKADO, 2008). Segundo os autores (REIS, 2005; MASSUKADO, 2008) esse sistema não é recomendável para todo tipo de resíduos, pois o material a ser compostado deve apresentar composição e granulométrica homogêneas

No processo de compostagem, segundo Massukado (2008) são utilizados dispositivos tecnológicos, que além de acelerar o processo permitem o maior controle dos odores. Devido às condições operacionais, supõe-se que esse sistema tenha mais eficiência na mistura, equilibrando a temperatura em toda a massa de resíduos, garantindo a eliminação eficiente dos organismos patógenos (REIS, 2005)

Vários fatores influenciam no processo de compostagem. Para Santos (2007), os fatores que devem ser observados durante a compostagem são temperatura, pH, aeração, umidade e a relação C/N. Os teores iniciais de sólidos totais voláteis (STV), NTK, P, K e ovos de helmintos no substrato inicial, segundo Silva *et al.* (2011a) são indispensáveis ao monitoramento do processo de compostagem.

Para Paiva (2008), temperaturas na faixa de 65 a 80 °C são prejudiciais à atividade microbiota responsável pela degradação, retardam o período de compostagem, por causar a morte de microorganismos termofílicos benéficos, e interferem na qualidade final do composto.

Uma temperatura controlada (REIS, 2005), é um fator importante porque diz respeito à rapidez da biodegradação e à eliminação de organismos patógenos

Os valores de pH na maior parte dos compostos varia entre 6,0 e 8,0. Contudo, o valor final de pH de um composto depende muito das matérias-primas e do processo de compostagem usadas (SANTOS, 2007).

Valores de pH muito baixos ou muito altos podem reduzir ou até inibir a atividade microbiana (ANDREOLI *et al.*, 2002).

O revolvimento é uma atividade importante durante o processo de compostagem, pois, tem a função de aerar a leira de forma a eliminar o calor excessivo ou reduzir a umidade excessiva. Existem diversas formas de aerar uma leira, sendo as principais o revolvimento manual, o mecânico e a injeção de ar. (MASSUKADO, 2008).

De acordo com Herbets *et al.* (2005) a umidade é fundamental para que haja atividade microbiológica (reações bioquímicas, captação de nutrientes que devem estar dissolvidos em água, divisão celular, dentre outros).

Teores elevados de umidade podem provocar condições de anaerobiose, proporcionando a geração de chorume (SILVA, 2011a).

A relação C/N é o parâmetro tradicionalmente considerado para se determinar o grau de maturidade do composto e definir sua qualidade agrônômica (FADIGAS *et al.*, 2010).

Segundo Jahnel e Melloni (1999) a relação C/N inicial entre 30 a 40, propicia intensa atividade biológica e menor período de compostagem.

De acordo com Silva (2008), a ação sinérgica de um conjunto de organismos tais como: bactérias, fungos, actinomicetos e mesoinvertebrados são essenciais para o aumento da temperatura durante o processo de compostagem. Ainda segundo Silva *et al.*(2011b) nos resíduos podem ser encontrados organismos importantes para a biodegradação, por conseguinte, para a continuidade do ciclo da matéria e outros de importância sanitária.

A Resolução 375/06 do CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente) define os critérios e procedimentos que regulamentam o uso agrícola dos lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados (BRASIL, 2006). Essa Resolução estabelece os limites máximos de concentração de substâncias inorgânicas e organismos patógenos, aceitáveis para a comercialização do produto, bem como especifica as normas de utilização, armazenamento e transporte do mesmo.

A Instrução Normativa Nº 25, de 23 de julho de 2009, que revoga a Instrução Normativa SDA nº 23, de 31 de agosto de 2005, aprova as normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e

biofertilizantes destinados à agricultura (BRASIL, 2009). Segundo a normativa os fertilizantes provenientes de resíduos sólidos orgânicos domésticos são classificados como fertilizantes orgânicos compostos, de Classe C.

No Quadro 2 encontram-se as especificações dos fertilizantes orgânicos mistos e compostos.

**Quadro 2:** Especificações dos fertilizantes orgânicos mistos e compostos

Garantia	Misto/composto				Vermicomposto
Umidade (máx.)	Classe A	Classe B	Classe C	Classe D	Classes A, B, C, D
N total (mín.)	50	50	50	70	50
*Carbono orgânico (mIn.)	0,5				
*CTC <sup>(1)</sup>	15				10
pH (mín.)	6,0	6,0	6,5	6,0	6,0
Relação C/N (máx.)	20				14
*Relação CTC/C <sup>(1)</sup>	Conforme declarado				
Outros nutrientes	Conforme declarado				

\*(valores expressos em base seca, umidade determinada a 65°C)

<sup>(1)</sup> É obrigatória a declaração no processo de registro de produto.

**FONTE:** Instrução Normativa Nº 25, de 23 de julho de 2009. BRASIL (2009)

A técnica da compostagem foi desenvolvida, segundo Coelho (2008) com a finalidade de acelerar com qualidade a estabilização (também conhecida como humificação) da matéria orgânica. Na natureza, a humificação ocorre sem prazo definido, dependendo das condições ambientais e da qualidade dos resíduos orgânicos.

Por outro lado, esse processo oferece uma fonte de matéria orgânica destinada ao enriquecimento de substratos, para o preparo de mudas, de canteiros para produção de hortaliças, para o cultivo de fruteiras e de culturas anuais (OLIVEIRA, *et al.*,2004).

A compostagem enquanto alternativa tecnológica é viável ao tratamento de resíduos sólidos orgânicos domiciliares que comumente seriam encaminhados ao lixão, transformando-os em compostos com qualidade para serem aplicados em

culturas agrícolas, na arborização, em jardins e hortas. Reduzindo assim, os problemas relacionados à ausência de gestão de resíduos sólidos nos municípios (SILVA, 2010).

#### 3.4 Importância do composto orgânico em culturas agrícolas

A adoção de tecnologias que proporcionam a reutilização e incorporação da matéria orgânica no solo é fundamental para manter e proteger as propriedades edáficas do solo e o bom desenvolvimento do vegetal (GOMES *et al.*, 2008).

O Composto orgânico tem vários usos na agricultura, na florestação, na horticultura, no combate à erosão, na recuperação de solos degradados. (SANTOS, 2007), como controle de doenças e pragas agrícolas e cobertura e vegetação de aterros (JUNKES, 2002).

A Instrução Normativa nº 23, de 31 de Agosto de 2005 (BRASIL, 2005) do Diário Oficial da União, definia o biofertilizante como um produto que contém princípio ativo ou agente orgânico, isento de substâncias agrotóxicas, capaz de atuar, direta ou indiretamente, sobre o todo ou parte das plantas cultivadas, elevando sua produtividade, sem ter em conta o seu valor hormonal ou estimulante; As quantidades de composto orgânico recomendadas dependem da espécie a ser cultivada, tipo de solo, histórico da área e associação da adubação orgânica com a adubação química. Na produção de hortaliças, em canteiros, recomenda-se aplicar o composto misturando-o bem com o solo, ou em sulcos.

O composto deve ser incorporado ao solo antes da aplicação de adubos químicos. Para uso em vasos, como regra geral, deve-se misturar bem uma parte do composto para cada quatro partes de terra (TEIXEIRA *et al.*, 2002).

Segundo Lima *et al.*, (2005) a aplicação agronômica do biofertilizante, quando obtido de modo adequado, é viável devido à sua riqueza em nutrientes, à ausência de microrganismos patogênicos e às melhorias das condições de cultivo do solo (aumento do teor de matéria orgânica, elevação do pH, redução da acidez potencial e aumento da disponibilidade de fósforo, potássio, cálcio e magnésio).

É reconhecido o efeito benéfico da adubação orgânica na produtividade das culturas, assim como o aprimoramento nas condições físicas, químicas e biológicas do solo, graças à sua utilização (MAGRO *et al.*, 2010).

A adubação orgânica é importante porque, além de fornecer nutrientes para às plantas, melhora as condições físicas do solo, possibilitando maior penetração das raízes, o aumento da retenção de água e minerais na camada superficial do solo, fator que diminui a lixiviação (COELHO,2008), além, de aumentar a população de microrganismos benéficos, como fungos e bactérias, que auxiliam na disponibilização dos nutrientes minerais do solo para as plantas. (OLIVEIRA *et al.*, 2005).

A compostagem é uma alternativa útil para a problemática dos resíduos orgânicos, mas ainda são necessários estudos sobre parâmetros de maturação que podem contribuir para a obtenção de produto final de melhor qualidade em menos tempo.

### 3.5 Teste Biológico; indicadores de maturidade e estabilidade do composto

Um composto imaturo, além de conter substâncias fitotóxicas, normalmente contém matéria orgânica que não foi completamente digerida. Um excesso de matéria orgânica de degradação rápida (*readly biodegradable waste*) no composto aplicado sobre o solo pode levar a deficiência de oxigênio na zona radicular das plantas e conseqüentemente, a deficiência nutricional das mesmas (MARQUES; HOGLAND, 2002).

Enquanto que os métodos químicos permitem obter a quantificação de um elemento ou substância presente, os parâmetros biológicos avaliam o composto como um todo, numa situação idêntica ao fim a que se destinam.

O termo fitotoxicidade está relacionado a uma sustância potencialmente nociva às plantas, quando estão presentes no composto, estas substâncias fitotóxicas podem inibir ou diminuir o crescimento (SANTOS, 2007).

Ensaio e investigações têm sido realizados utilizando plantas e germinação de sementes como parâmetros de avaliação do grau de maturação na compostagem e não como parâmetro de estabilidade. Nos testes de germinação (testes biológicos), o grau de maturação de um composto pode ser determinado por meio de plantas indicadoras ou plantas testes (SILVA; BÔAS, 2007).

Os testes de germinação têm como objetivo comprovar os possíveis efeitos fitotóxicos dos materiais, e consistem em determinar, comparando com uma testemunha (ensaio em branco), a percentagem de germinação na presença de uma

amostra de composto. Neste teste, o composto é considerado como sendo não fitotóxico se apresentar um índice de germinação (IG) superior a 60%. Já o teste de crescimento calcula o índice de crescimento (IC), no qual o composto é considerado não fitotóxico se apresentar um índice de crescimento de 100% (SANTOS 2007).

## **4.0 MATERIAL E MÉTODO**

### **4.1 Caracterização da pesquisa:**

A execução do presente trabalho teve por base os princípios da pesquisa experimental (BENINCASA, 1988; 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.

### **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 km<sup>2</sup>. Sua população corresponde a 383.941 habitantes (BRASIL, 2010). 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 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, 2008b).

### **4.3. O Sistema de Tratamento Descentralizado de Resíduos Sólidos Orgânicos (SITRADERO); aplicação em escala piloto.**

O Sistema de Tratamento Descentralizado de Resíduos Sólidos Orgânicos (SITRADERO) foi instalado em área (70 m<sup>2</sup>) pertencente à Sociedade de Amigos de Bairro de Santo Rosa, Campina Grande-PB. A doação dessa área constituiu um dos resultados do processo de sensibilização e de mobilização junto aos líderes comunitários. 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. Cada composteira foi constituída por três compartimentos de 1 m<sup>2</sup> e capacidade volumétrica de 0,70 m<sup>3</sup>. (SILVA, 2011 a)

Cada composteira é composta de três compartimentos (1 m<sup>2</sup>), com capacidade volumétrica de 0,70 m<sup>3</sup>. Além das composteiras foram construídos: unidade de recepção de resíduos (2 m de largura, 3 m de comprimento e 0,70 m de altura); unidade para armazenamento, trituração e homogeneização dos resíduos sólidos orgânicos coletados (2 m de largura, 3 m de comprimento e 0,70 m de altura) e um compostário, local para peneiração e armazenamento do composto resultante (2 m de largura, 3 m de comprimento e 0,70 m de altura) (Figura 1). Observou-se a distância de 0,50 m entre a unidade de armazenamento, trituração e homogeneização e as composteiras. No intuito de reduzir as possibilidades de contaminação foi adotada a distância mínima entre as composteiras e o compostário de 1 m. Área total necessária 10x10 m. (SILVA, 2011a)



**Figura 1** - Foto do Sistema de Tratamento Descentralizado de Resíduos Sólidos Orgânicos Domiciliares. Santa Rosa, Campina Grande-PB, 2010.

Fonte: SILVA, (2010).

Para a montagem do experimento foram coletados 1.325,705 kg de resíduos sólidos orgânicos gerados pelas famílias cadastradas e mobilizadas, a partir do processo de Educação Ambiental durante oito semanas consecutivas e nos dias da coleta municipal regular (segunda-feira, quarta-feira e sexta-feira), no horário de 07 às 09 horas

O sistema foi avaliado em dois tratamentos diferenciados. Tratamento com resíduos orgânicos, grama, farelo e rejeito (T1); e Tratamento com resíduos orgânicos, folhas, farelo e rejeito (T2).

NO Quadro 3 são apresentadas as siglas que identificam cada tratamento e a descrição de cada uma.

**Quadro 3:** Descrição das siglas utilizadas para os tratamentos aplicados aos resíduos sólidos orgânicos em Santa Rosa, Campina Grande-PB. Março a Agosto de 2011.

Sigla	Descrição
T1 - Tratamento 1	Resíduos sólidos orgânicos com grama, rejeito e farelo
T2 - Tratamento 2	Resíduos sólidos orgânicos com folha, rejeito e farelo
S1	Primeira semana de coleta
S2	Segunda semana de coleta
S3	Terceira semana de coleta
S4	Quarta semana de coleta

Para a montagem das leiras nos dois tratamentos foram adicionados 10% de material estruturante aos resíduos sólidos orgânicos. Dentre as folhas, predominaram as de jambeiro, de brasileirinho e de grama esmeralda, coletadas na SAB (Sociedade Amigos do Bairro) de Santa Rosa, Campina Grande-PB.

No Quadro 4 é apresentada a composição dos diferentes tratamentos.

**Quadro 4:** Composição dos Tratamentos 1 e 2 aplicados aos resíduos sólidos orgânicos domiciliares.

Tratamento	RSOD* (%)				
	RSOD*	Gramas	Folhas	Rejeito	Farelo
T1	90	5	0	4	1
T2	90	0	5	4	1

\*RSOD: Resíduos sólidos orgânicos domiciliares

O Rejeito (resíduos de difícil degradação) foi empregado como estruturante no controle do teor de umidade, em conjunto com farelo, folhas ou grammas, de acordo com o tipo de tratamento.

Para o Tratamento 1, foi montada a primeira leira T1S1. O mesmo ocorreu na segunda semana T1S2 e, por conseguinte, as leiras do tratamento 1. Na quinta semana de coleta teve início o Tratamento 2, no qual todo o resíduo coletado

durante a semana constituiu a leira T2S1 e assim sucessivamente, até a 8ª semana de coleta.

Os resíduos coletados durante a primeira semana (S1), foram, armazenados, posteriormente, homogeneizados, e transferidos para a respectiva composteira (C1). Permanecendo nesta, até sua completa maturidade. O composto resultante foi transportado para o compostário (D), recebendo o pós-tratamento: peneiramento e embalagem. Procedimentos semelhantes foram adotados para as demais semanas (segunda semana-S2; terceira semana-S3; quarta semana- S4).

O sistema foi monitorado diariamente, sempre no mesmo horário, às 08 horas, por meio de aferição de temperatura, utilizando-se de termômetro de haste de mercúrio. 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.

Durante as observações diárias foram analisadas as condições de umidade e as possíveis modificações ocorridas.

A aeração foi periódica, em dias previamente definidos, duas vezes por semana, (segunda - feira e sexta - feira) e consistiu de reviramento manual dos substratos, utilizando-se de instrumentos agrícolas adaptados (estrovenga, pá e cabo de enxada). O reviramento ocorreu após a aferição da temperatura.

As amostras para as análises semanais foram coletadas no momento do reviramento da sexta – feira. Após a coleta, as amostras foram cuidadosamente acondicionadas e encaminhadas para 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.

Para a conclusão dos experimentos executou-se o peneiramento duplo da massa final e a classificação do composto. No primeiro momento, utilizou-se uma peneira de 4 mm, em seguida, uma peneira de 2 mm; tendo como produto final dois tipos de composto: farelo e pó, além do rejeito. Este procedimento atendeu a Instrução Normativa nº 25 de 23 de Julho de 2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para fertilizantes orgânicos (BRASIL, 2009).

Os parâmetros analisados e os métodos aplicados são apresentados no Quadro 5.

**Quadro 5:** Métodos e freqüências de análise dos parâmetros físico, químicos e biológicos dos diferentes tratamentos.

Parâmetros	Freqüência	Método Utilizado
Temperatura (°C)	Diária	Termômetro de mercúrio
Teor de Umidade (%)	Semanal	Gravimétrico
pH (unidade)	Semanal	Potenciométrico
Sólidos Totais voláteis - STV (%ST)	Semanal	Gravimétrico

#### 4.4 Avaliação da qualidade do composto produzido no SITRADERO

Foram analisadas as características químicas e física dos compostos originados do tratamento de resíduos sólidos orgânicos (teor de umidade, pH e STV), seguindo-se os métodos citados no Quadro 5.

As amostras foram encaminhadas para análise 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, onde foram analisadas.

#### 4.5 Testes Biológicos aplicados aos compostos originados dos diferentes tratamentos

A viabilidade do uso do composto resultante do SITRADERO em culturas agrícolas foi medida a partir de teste biológico, conforme propõem Levy e Taylor (2003), para o qual foram utilizadas sementes de tomateiro. Para a escolha da semente considerou-se dois aspectos: tempo de germinação e de cultivo e sensibilidade.

As variáveis analisadas foram: altura das plantas, número de folhas, biomassa verde, percentual de emergência, primeira contagem e índice de velocidade emergência.

Para o teste foram utilizados sacos de polietileno preto, cinco sementes de tomateiro por parcelas e diferentes frações de compostos orgânicos tipo pó originados dos tratamentos 1 (T1) e 2 (T2) e de húmus vegetal (H:Controle) A=25%

e B= 50%. O solo utilizado na formação do substrato correspondeu a massame (80%) e areia (20%) extraídos da SAB (Sociedade de Amigos do Bairro).

Foram utilizados três repetições por tratamento. A organização das parcelas relativas ao teste de fitotoxicidade encontram-se no quadro 6.

**Quadro 6:** Organização das parcelas relativas ao teste de fitotoxicidade aplicados aos compostos orgânicos tipo pó originados dos diferentes tratamentos referentes a T1, T2 e de Húmus Vegetal.

<b>T1</b>	HA1 (25%)	HA2(25%)	HA3(25%)
<b>T2</b>	HB1(50%)	HB2(50%)	HB3(50%)
<b>T3</b>	T1S1A1(25%)	T1S1A2(25%)	T1S1A3 (25%)
<b>T4</b>	T1S1B1 (50%)	T1S1B2 (50%)	T1S1B3(50%)
<b>T5</b>	T1S2A1 (25%)	T1S2A2 (25%)	T1S2A3 (25%)
<b>T6</b>	T1S2B1 (50%)	T1S2B2 (50%)	T1S2B3 (50%)
<b>T7</b>	T1S3A1 (25%)	T1S3A2 (25%)	T1S3A3 (25%)
<b>T8</b>	T1S3B1 (50%)	T1S3B2 (50%)	T1S3B3 (50%)
<b>T9</b>	T1S4A1 (25%)	T1S4A2 (25%)	T1S4A3 (25%)
<b>T10</b>	T1S4B1 (50%)	T1S4B2 (50%)	T1S4B3 (50%)
<b>T11</b>	T2S1A1 (25%)	T2S1A2 (25%)	T2S1A3 (25%)
<b>T12</b>	T2S1B1 (50%)	T2S1B2 (50%)	T2S1B3 (50%)
<b>T13</b>	T2S2A1 (25%)	T2S2A2 (25%)	T2S2A3 (25%)
<b>T14</b>	T2S2B1 (50%)	T2S2B2 (50%)	T2S2B3 (50%)
<b>T15</b>	T2S3A1 (25%)	T2S3A2 (25%)	T2S3A3 (25%)
<b>T16</b>	T2S3B1 (50%)	T2S3B2 (50%)	T2S3B3 (50%)
<b>T17</b>	T2S4A1 (25%)	T2S4A2 (25%)	T2S4A3 (25%)
<b>T18</b>	T2S4B1 (50%)	T2S4B2 (50%)	T2S4B3 (50%)

T1 = tratamento 1(grama, farelo e rejeito); T2 = tratamento 2(folhas, farelo e rejeito); S1 = 1ª semana de coleta; S2 = 2ª semana de coleta; S3 = 3ª semana de coleta; S4 = 4ª semana de coleta; H = húmus; A1,A2 e A3 (25%) e B1,B2 e B3(50%).

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. O processamento estatístico dos dados foi utilizado o software SAEG (1997).

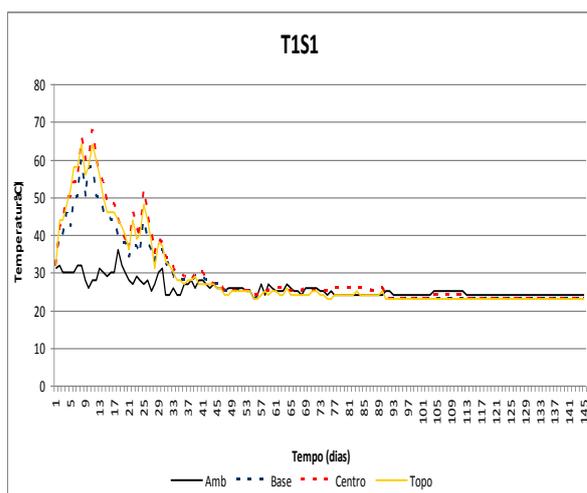
## 5.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Monitoramento do sistema de tratamento descentralizado de resíduos sólidos orgânicos domiciliares

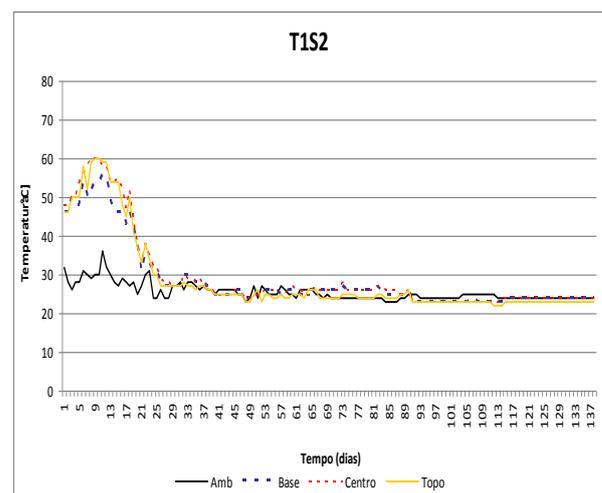
O controle da temperatura é fundamental para garantir a higienização (destruição térmica dos microrganismos patogênicos) da massa e a identificação das fases da compostagem. Para Paiva (2008), temperaturas na faixa de 65 a 80°C são prejudiciais à atividade microbiota responsável pela degradação, retardam o período de compostagem, por causar a morte de microrganismos termofílicos benéficos, e interferem na qualidade final do composto.

De acordo com o Grupo Interdepartamental de Pesquisa sobre Educação em Ciências (GIPEC, 2003), os microrganismos são responsáveis pelo aumento da temperatura nos processos de compostagem, e a atividade microbiana pode ocasionar temperaturas de até 65°C, que é favorável à destruição de microrganismos patogênicos, sementes de plantas invasoras, ovos de parasitas e larvas. A temperatura normal de uma composteira inicia-se em temperatura ambiente, eleva-se até em torno de 65°C e no final do processo, estabiliza-se novamente em temperatura ambiente. Para evitar que a temperatura fique muito elevada e prejudique os microrganismos, deve-se manter o composto bem oxigenado, promovendo aeração através do revolvimento periódico do material.

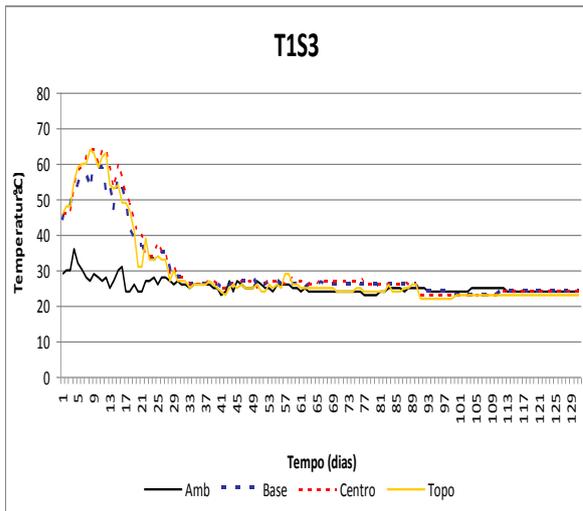
Nas Figuras de 2 a 5 observa-se a evolução temporal da temperatura média (topo, centro e base) dos tratamentos, contendo 10% de grama, rejeito e farelo (tratamento1).



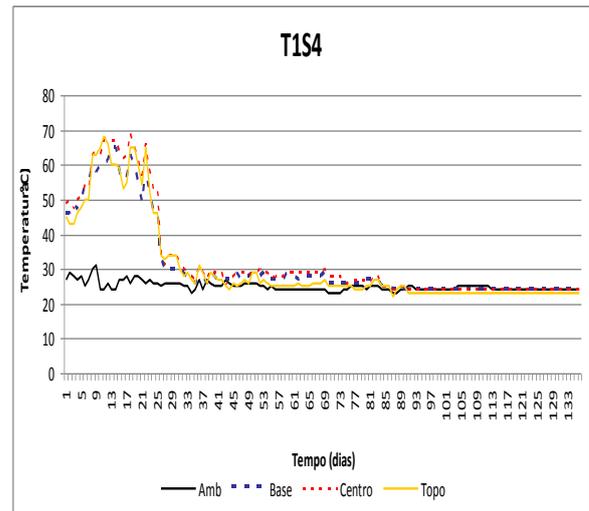
**Figura 2**-Valores diários de temperatura (°C) referentes ao tratamento T1S1, Campina Grande-PB.



**Figura 3**-Valores diários de temperatura (°C) referentes ao tratamento T1S2, Campina Grande-PB.



**Figura 4-**Valores diários de temperatura (°C) referentes ao tratamento T1S3, Campina Grande-PB.



**Figura 5-**Valores diários de temperatura (°C) referentes ao tratamento T1S4, Campina Grande-PB.

As temperaturas médias das pilhas de resíduos orgânicos atingiram a fase termófila (acima de 45°C) na primeira semana de compostagem, logo após o acondicionamento nas leiras, mantendo-se neste patamar até a segunda semana do processo, quando começaram a oscilar, passando para a faixa mesófila, permanecendo por mais duas semanas, até se aproximarem da temperatura ambiente, permanecendo a partir de então, no intervalo médio de 20 a 30°C, até o final do o processo.

Os valores mais elevados de temperaturas, durante a fase termófila, foram registrados no centro e no topo de cada pilha, justificado pelos teores de umidade muito altos decorrentes do grande período de chuva.

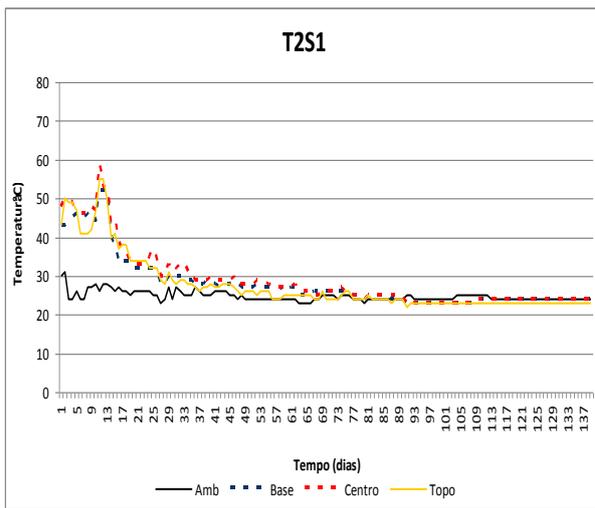
O tratamento T1S4 apresentou o maior registro de temperatura na fase termófila (70 °C) comparada às demais leiras, devido a ação de um conjunto de organismos, tais como: bactérias, fungos, actinomicetos e mesoinvertebrados.

Segundo Correia e Marques (2006), vários organismos contribuem no processo de decomposição: microorganismos (bactérias, actinomicetos, fungos, leveduras, algas, vírus), mesorganismos e macrorganismos que podem ser vistos a olho nu (cogumelos, cupins, formigas, centopéias, lacraias, aranhas, besouros, minhocas). Os organismos que mais influem no processo são os microorganismos

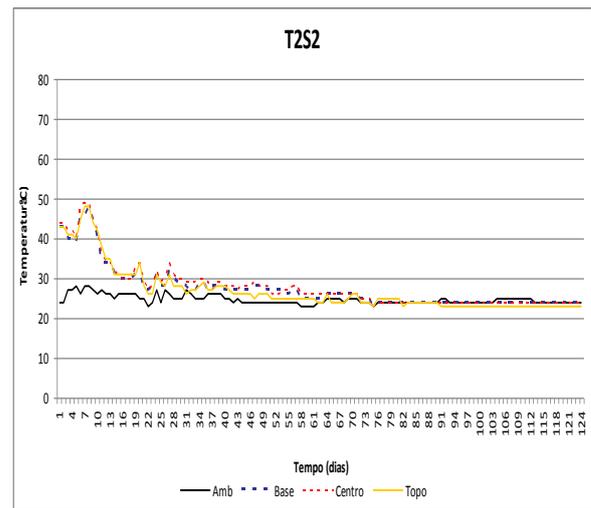
(larvas, minhocas, formigas) e para que estes possam se multiplicar e decompor os materiais, é necessário manter a umidade, a aeração e a temperatura adequadas.

Segundo Pereira Neto (1996), a temperatura é o fator mais indicativo do equilíbrio biológico, o que reflete a eficiência do processo. A temperatura da pilha é o reflexo da atividade dos organismos e permite detectar alterações ocorridas durante o processo (HERBERTS *et al.*, 2005)

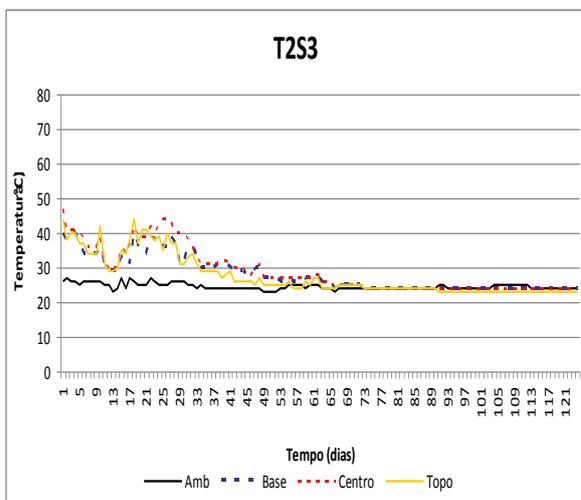
Nas Figuras de 6 a 9 observa-se a evolução temporal da temperatura média (topo, centro e base) dos tratamentos, contendo 10 % de folha, rejeito e farelo(tratamento 2).



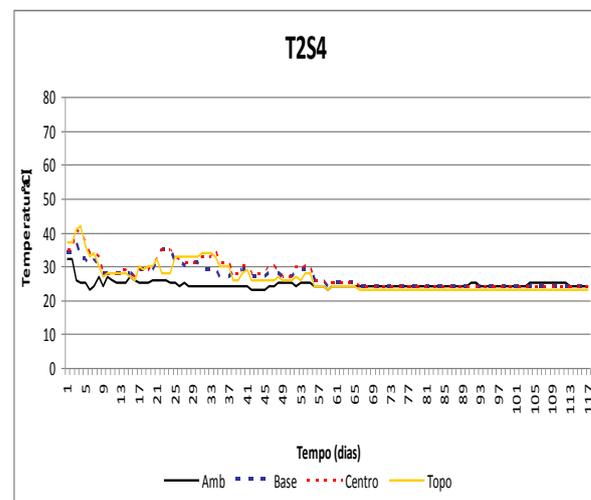
**Figura 6-**Valores diários de temperatura (°C) referentes ao tratamento T2S1, Campina Grande-PB.



**Figura 7-**Valores diários de temperatura (°C) referentes ao tratamento T2S2, Campina Grande-PB.



**Figura 8-**Valores diários de temperatura (°C) referentes ao tratamento T2S3, Campina Grande-PB.



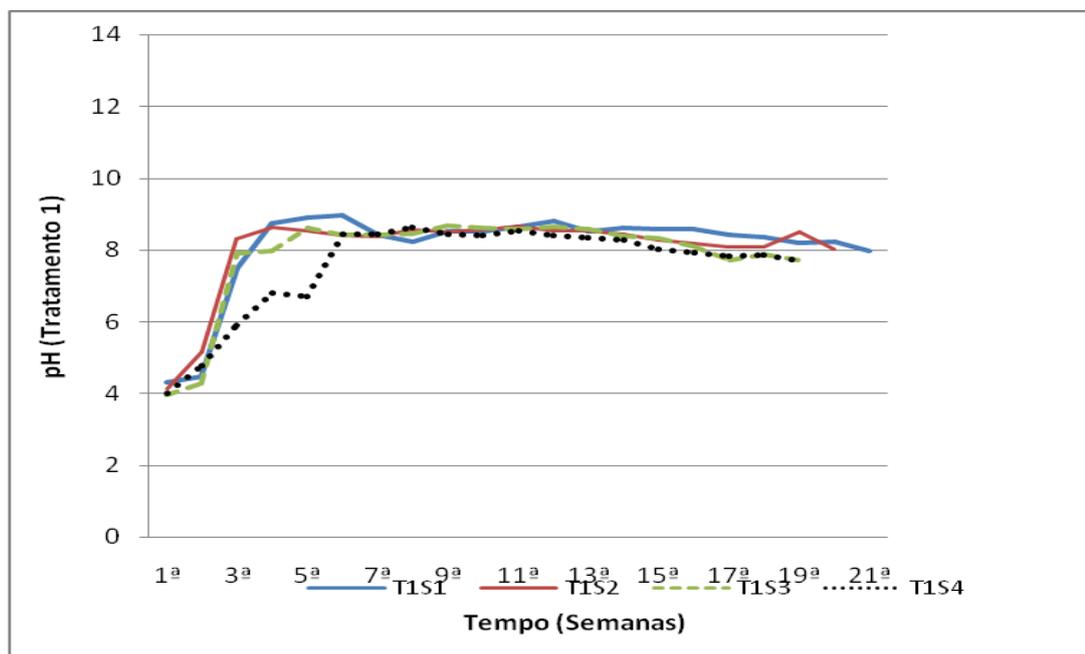
**Figura 9-**Valores diários de temperatura (°C) referentes ao tratamento T2S4, Campina Grande-PB.

Quando ocorre a transformação da maior parte do substrato orgânico, a atividade biológica abranda, diminuindo também a temperatura (SILVA, 2010).

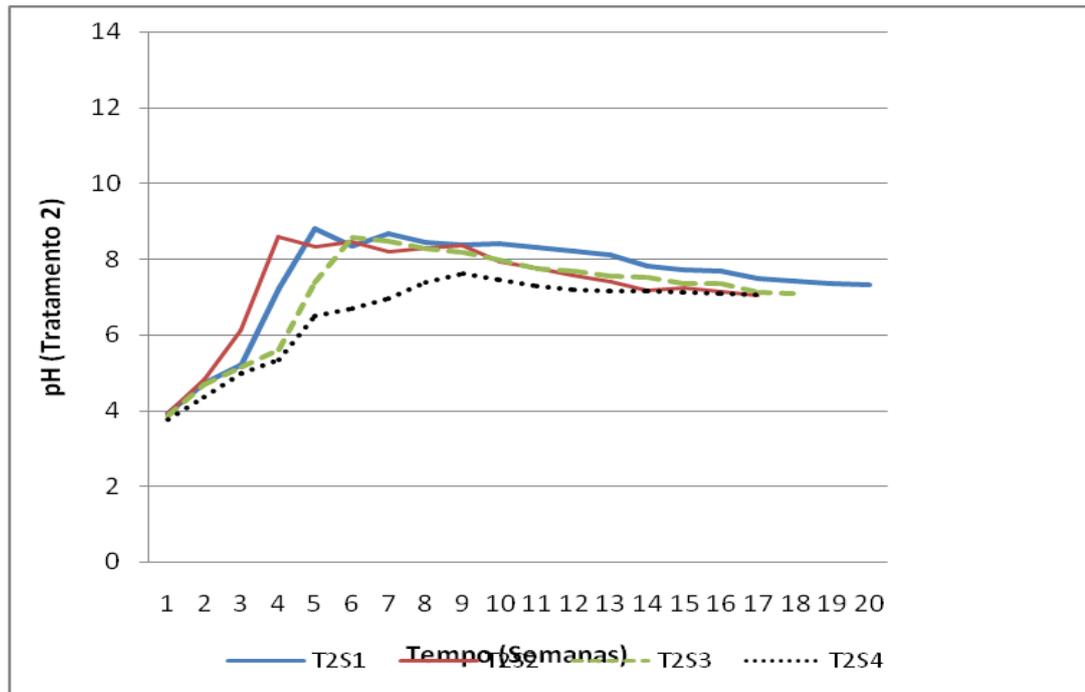
Em todas as composteiras a temperatura final, na fase de humificação, ficou igual à temperatura ambiente, demonstrado que o processo de decomposição chegou ao estágio final, e que todos os resíduos foram degradados, não havendo mais liberação de energia pelos microorganismos e, portanto, estabilizando a temperatura.

A compostagem pode ser desenvolvida em diversos locais, podendo ser utilizados vários materiais na fabricação das composteiras, e diversos formatos. É um processo relativamente simples que pode ser utilizado por qualquer pessoa, desde que possua algumas instruções iniciais sobre as metodologias adequadas.

O valor do pH apresentou um aumento considerável no decorrer do processo de compostagem, o que enfatiza a sua estabilização. Verificou-se que todos os tratamentos no início do processo de compostagem apresentava-se ácido (pH em torno de 3), característico do início de compostagem, atingindo valores entre 6,99 e 7,99 no final da compostagem (Figura 10 e 11).



**Figura 10:** Níveis de pH para o tratamento 1 por compostagem do SITRADERO. Campina Grande-PB, 2011.



**Figura 11:** Níveis de pH para o tratamento 2 por compostagem do SITRADERO. Campina Grande-PB, 2011.

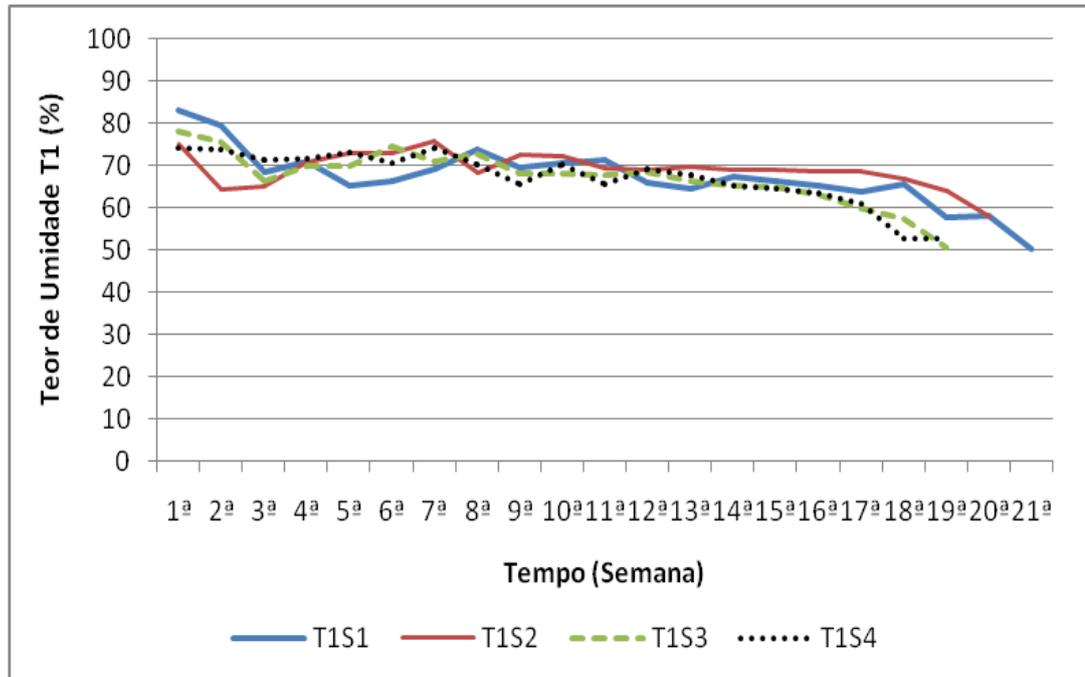
A elevação dos valores de pH, de acordo Silva *et al.* (2011a) caracteriza a passagem da fase de adaptação para a fase termófila.

De acordo com Jahnell *et al.* (1999) o acúmulo de ácidos orgânicos existentes no início da compostagem pode causar diminuição no valor do pH. Santos (2007) enfatiza que o valor final do pH de um composto depende muito das matérias-primas e do processo de compostagem usado.

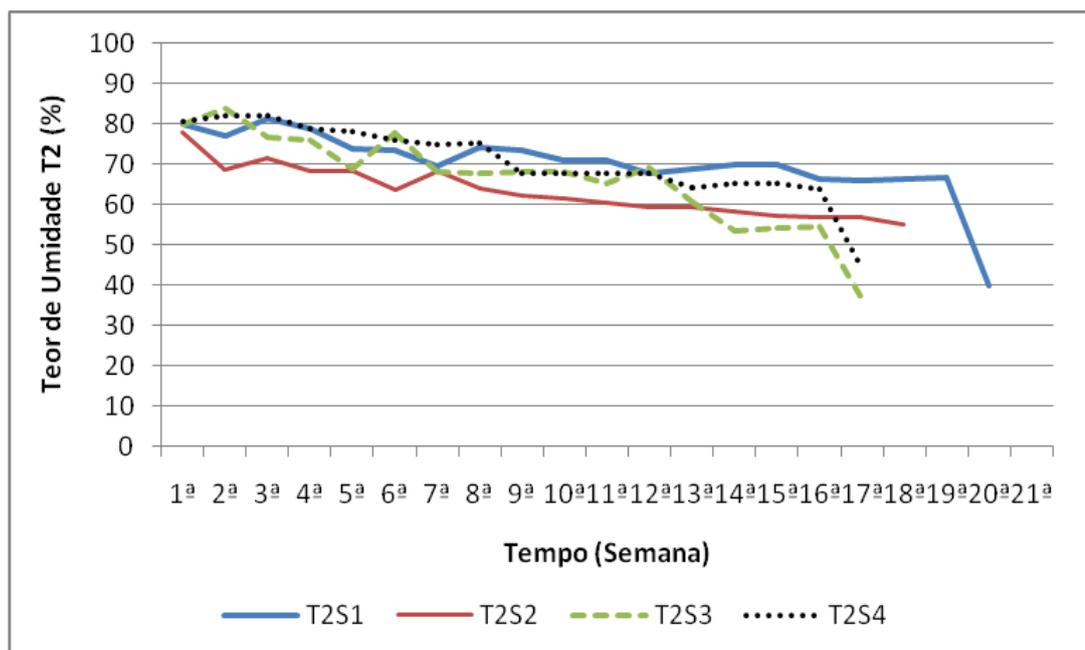
### 5.1.1 Teor de Umidade

Os teores de umidade iniciais entre 74,1 a 83,2% favoreceram a ação dos organismos e, conseqüentemente, o aumento da temperatura. Ao longo do processo de compostagem ocorreu a redução gradativa do teor de umidade, resultando em valores médios de umidade (35,3% a 48,3%).

Nas Figuras 12 e 13 são apresentados os valores médios relativos ao teor de umidade para os diferentes tratamentos



**Figura 12:** Valores médios relativos ao teor de umidade para o tratamento 1 por compostagem. Campina Grande-PB, 2011.



**Figura 13:** Valores médios relativos ao teor de umidade para o tratamento 2 por compostagem. Campina Grande-PB, 2011.

De acordo com Herberts *et al.* (2005) a decomposição de matéria orgânica, no processo de compostagem, é diretamente proporcional e dependente da quantidade de água presente. A redução gradativa do teor de umidade (Figura 13)

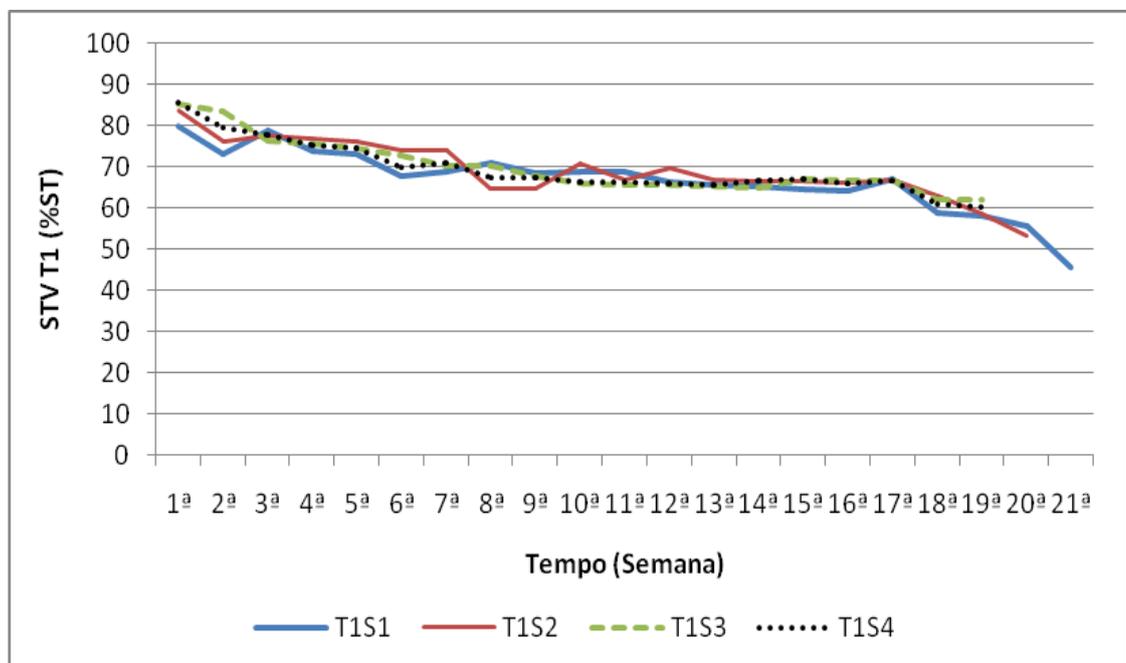
mostra que a intensa reação metabólica produziu um composto estável e de boa qualidade.

### 5.1.2 Sólidos Totais Voláteis

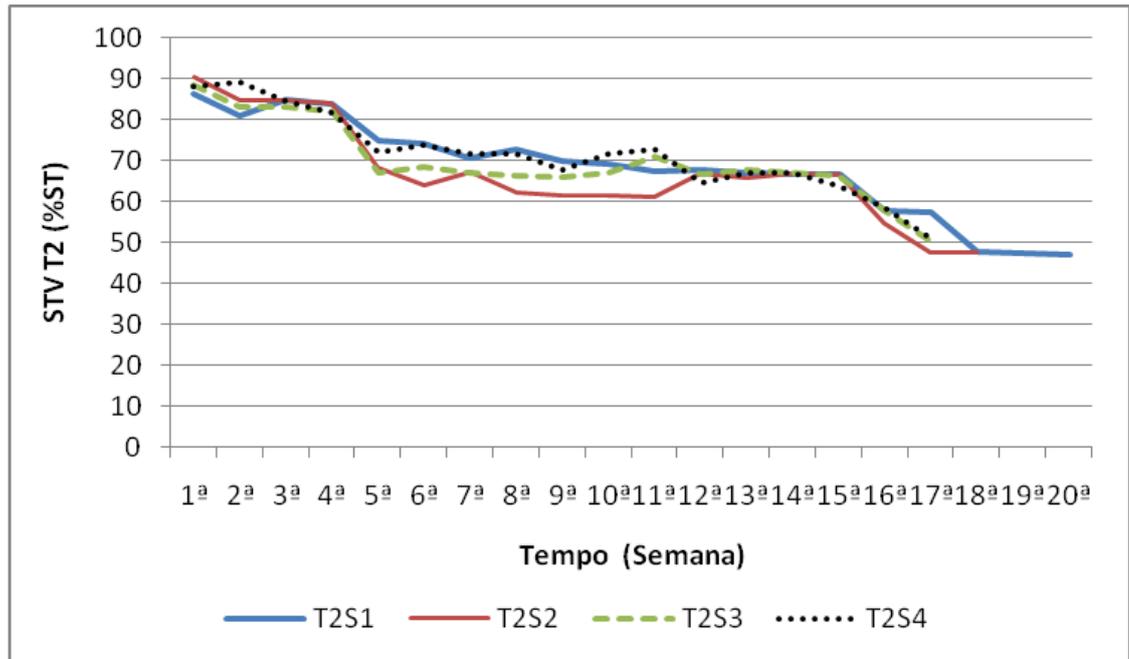
Os valores iniciais da concentração de sólidos totais voláteis (88,4%ST a 90,6%ST) diminuíram gradativamente, atingindo valores médios (25,7%ST a 34,6%ST).

A redução nos percentuais de sólidos totais voláteis obtidos retrata a eficiência do processo de estabilização em todos os tratamentos.

Nas Figuras 14 e 15 apresentam-se os valores médios de STV para os diferentes tratamentos expressos em sólidos totais.



**Figura 14:** Valores médios de STV para o tratamento 1 por compostagem. Campina Grande-PB, 2011.



**Figura 15:** Valores médios de STV para o tratamento 1 por compostagem. Campina Grande-PB, 2011.

Silva (2008a) avaliando o tratamento de lodos de esgotos co-compostagem alcançou a diminuição gradativa dos sólidos totais voláteis, atingindo a redução de 43,92 a 57,61%. Para Pereira Neto (1996), para que o processo de estabilização seja considerado eficiente deve ocorrer à redução média de sólidos totais voláteis para 40%.

## 6.0 O composto resultante dos diferentes tratamentos por compostagem

O composto obtido dos diferentes tratamentos constituiu-se de composto tipo pó (84,76 kg), composto tipo farelo (5,62) e rejeito (47,8), conforme se apresentam na Tabela 1. O rejeito compreendeu basicamente, pedaços de galhos de árvores, caroços de frutas (manga, jaca, pitomba), resíduos de difícil degradação, mas que poderiam ser utilizados no início de outros sistemas de compostagem como estruturantes.

Na Tabela 1 mostra-se a composição da massa final para os diferentes tratamentos e o percentual de transformação do substrato em composto.

**Tabela 1:** Composição da massa final resultante dos diferentes tratamentos por compostagem e o percentual de transformação do substrato em composto, Campina Grande-PB, 2011.

Massa Tratamento	(kg)						Transformação (%)
	Substrato		Composto				
	Inicial	Retirada	Pó	Farelo	Rejeito	Total	
<b>T1S1</b>	121,07	5,89	9,74	0,7	3,92	14,36	12%
<b>T1S2</b>	129,4	5,82	10,4	0,61	5,72	16,73	13%
<b>T1S3</b>	161,29	5,16	12,72	1,24	8,26	22,22	14%
<b>T1S4</b>	300,82	5,3	16,3	1	7,9	25,2	8%
<b>T2S1</b>	166,11	4,97	10,72	0,6	6,76	18,08	11%
<b>T2S2</b>	118,32	4,33	7,26	0,45	4	11,71	10%
<b>T2S3</b>	174,43	4,49	9,4	0,4	5,94	15,74	9%
<b>T2S4</b>	154,26	3,87	8,22	0,62	5,3	14,14	9%
<b>Média</b>	165,71	4,98	10,59	0,70	5,97	17,27	11%
<b>Dp.</b>	58,60	0,71	2,82	0,28	1,61	4,46	0,02

Dp.: Desvio padrão

A transformação do substrato em composto variou de 8 a 14%. Comparando-se ao percentual da transformação de substrato em composto para os diferentes tratamentos de co-compostagem (SILVA, 2008a) de 50,94 a 55,86%, houve uma diferença nos percentuais de transformação para todos os tratamentos, o que reflete os problemas enfrentados ao longo do experimento, devido às chuvas fortes e constantes que caíram neste período.

### 6.1 Avaliação da qualidade dos compostos produzidos no SITRADERO

Conhecer a disponibilidade de nutrientes é essencial no que se refere à qualidade do composto para seu uso e comercialização.

As características físicas, químicas e sanitárias dos compostos resultantes dos diferentes tratamentos atenderam à Instrução Normativa nº 25 de 23 de Julho de

2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para fertilizantes orgânicos (BRASIL, 2009).

Na Tabela 2 são apresentados os parâmetros dos compostos produzidos nos dois diferentes tratamentos estudados.

**Tabela 2:** Valores médios referentes às características dos compostos obtidos no final dos diferentes tratamentos por compostagem. Campina Grande-PB, 2011.

Parâmetros	T1S1	T1S2	T1S3	T1S4	T2S1	T2S2	T2S3	T2S4	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

NE: não específica

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

Os valores de pH, Umidade% e STVST% mostram que o composto produzido pode ser enquadrado em composto classe C, conforme indicada pela Legislação Brasileira, Instrução Normativa n. 25 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2009).

Os fertilizantes orgânicos são classificados de acordo com as matérias-primas utilizadas na sua produção. (BRASIL, 2009), classifica de Classe “C”, o fertilizante orgânico que, em sua produção, utiliza qualquer quantidade de matéria-prima oriunda de resíduo orgânico domiciliar, resultando em produto de utilização segura na agricultura.

Mas, é preciso recomendar a análise de ovos de helmintos para realmente ter segurança em relação a sua aplicação.

## 6.2 Testes Biológicos aplicados aos compostos originados dos diferentes tratamentos de compostagem

Na tabela 3, para altura de plantas, verifica-se que o T14 apresentou valores superiores aos demais tratamentos (13,34cm), embora, não tenha diferido estatisticamente dos T1, T2 T3, T4, T10, T13 e T17. As plântulas que apresentaram menor valor foram as do T6, embora estatisticamente não tenha diferido do T8.

Avaliando a produção de mudas de alface, utilizando diferentes substratos, Medeiros *et al* (2007) observou que para a altura da parte aérea e o número de folhas, o composto orgânico apresentaram os maiores valores em relação aos demais substratos.

É demonstrado que o composto orgânico produzido apresenta características nutrientes necessários ao desenvolvimento de culturas agrícolas.

Destaca-se que o húmus vegetal adquirido em supermercado de Campina Grande-PB (H) foi utilizado no teste biológico de maturidade e de fitotoxicidade, como testemunha.

**Tabela 3:** Valores médios da altura de plantas (AP) em cm, biomassa verde (BV) em g e número de folhas (NF). Campina Grande-PB, 2011.

Tratamentos	AP (cm) **	BV (g) <sup>NS</sup>	NF <sup>NS</sup>
1	12,99 ab	0,62 a	3,26 a
2	12,74 ab	0,43 a	3,45 a
3	12,58 ab	0,62 a	3,23 a
4	12,98 ab	0,47 a	3,26 a
5	10,79 abc	0,27 a	3,46 a
6	9,81 c	0,28 a	2,98 a
7	11,40 abc	0,30 a	3,38 a
8	10,48 bc	0,29 a	3,60 a
9	12,50 abc	0,40 a	3,80 a
10	12,94 ab	0,31 a	3,63 a
11	12,42 abc	0,57 a	3,46 a
12	12,24 abc	0,52 a	3,46 a
13	12,96 ab	0,51 a	3,40 a
14	13,34 a	0,57 a	3,73 a
15	11,77 abc	0,48 a	3,51 a
16	11,06 abc	0,39 a	3,58 a
17	12,99 ab	0,62 a	3,63 a
18	12,16 abc	0,65 a	3,60 a
CV%	7,30	29,60	15,38
DMS	2,71	0,42	1,63

\*\* , <sup>NS</sup>. Significativo em nível de probabilidade de 1% e não significativo, respectivamente. As médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para os dados referentes ao IVE, o T14 apresenta o maior valor(4,60), enquanto que o T5 e o T7 apresentaram os menores valores, 1,33 e 1,20, respectivamente (Tabela 4).

**Tabela 4:** Avaliação de Emergência (EM), Primeira Contagem (PC) e Índice de Velocidade de Emergência (IVE) em sementes de tomate, utilizando vários substratos. Campina Grande-PB, 2011.

Tratamentos	EM (%) <sup>NS</sup>	PC <sup>NS</sup>	IVE*
1	93,33 a	1,33 a	3,40 ab
2	86,66 a	0,33 a	1,66 ab
3	93,33 a	2,66 a	1,88 ab
4	86,66 a	0,66 a	3,08 ab
5	100,00 a	0,00 a	1,33 b
6	86,66 a	0,66 a	2,35 ab
7	93,33 a	0,33 a	1,20 b
8	100,00 a	0,66 a	2,80 ab
9	100,00 a	1,66 a	1,86 ab
10	86,66 a	1,33 a	2,82 ab
11	86,66 a	1,33 a	2,94 ab
12	93,33 a	1,00 a	2,72 ab
13	93,33 a	1,66 a	2,11 ab
14	100,00 a	2,00 a	4,60 a
15	93,33 a	1,00 a	3,09 ab
16	80,00 a	1,00 a	3,28 ab
17	93,33 a	2,66 a	3,63 ab
18	100,00 a	1,33 a	3,06 ab
CV%	11,38	34,58	39,63
DMS	32,29	3,48	3,23

\*, <sup>NS</sup>. Significativo a nível de probabilidade de 5% e não significativo, respectivamente. As médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na avaliação de fitotoxicidade de compostos orgânicos envolvendo sementes de tomate realizado por Ataíde *et al.*, (2011), o composto orgânico produzido a partir de resíduos orgânicos e podas, propiciou melhor desenvolvimento das plantas

quando misturado na proporção de 60%, com altura das plantas cultivadas superior as cultivadas em Húmus(Vermicomposto).

A partir do teste realizado constatou-se que o T14 (Composto resultante do tratamento 2-folhas, farelo e rejeito) na proporção de 50% obteve maior altura de plantas e índice de velocidade de emergência, 13,34 e 4, 60, respectivamente, em relação ao Húmus Vegetal (testemunha).

## 7.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As concentrações de pH, Umidade e STV mostram que o composto produzido pode ser enquadrado na classe C, conforme indicação da Instrução Normativa n. 25 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2009).

A transformação média de 11% dos resíduos orgânicos em um composto orgânico, apesar de ser baixa (refletindo os problemas enfrentados ao longo do experimento, devido às chuvas fortes e constantes que caíram neste período), proporcionou a produção de um composto com características favoráveis ao uso na horta comunitária já existente no bairro.

A utilização do composto, nas proporções de 25% e 50%, propiciou a emergência das mudas, com altura de plantas e índice de velocidade de emergência superior ao do composto industrializado. Houve emergência de 100% nos tratamentos 5, 8, 9, 14 e 18, demonstrando os compostos apresentam características adequadas ao desenvolvimento das plantas.

A utilização do composto, na proporção de 50%, propiciou a emergência das mudas, com altura de plantas e índice de velocidade de emergência superior ao do composto industrializado usado como testemunha. O T14 (composto resultante do tratamento 2-folhas, farelo e rejeito) obteve melhor desempenho, com maior altura de plantas e índice de velocidade de emergência, 13,34 e 4,60, respectivamente.

O teste realizado com sementes de tomateiro não constatou efeitos fitotóxicos, ratificando a eficiência do composto produzido no SITRADERO (Sistema de Tratamento Descentralizado de Resíduos Sólidos Orgânicos instalado em Santa Rosa, Campina Grande-PB), em relação ao industrializado e na aplicação de culturas agrícolas. O teste biológico demonstra que a aplicação composto orgânico é viável em hortas comunitárias e em jardins

O SITRADERO compreendeu uma alternativa de tratamento de resíduos sólidos orgânicos domiciliares eficiente, de baixo custo e fácil operação. Mais de 555 kg de resíduos sólidos orgânicos deixaram de ser encaminhados ao lixão de Campina grande-PB e foram transformados em compostos com qualidade para serem aplicados em culturas agrícolas, na arborização, em jardins e hortas. Contribuindo dessa forma, para reduzir os problemas relacionados à ausência de gestão de resíduos sólidos no município.

## 8.0 REFERÊNCIAS

ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo, 2010.

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

ANDREOLI, C.V.; BACKES, S.A.; CHERUBINI, C. Avaliação do processo de compostagem utilizando podas verdes e resíduos do saneamento. **Anais FERTBIO 2002**, Rio de Janeiro, 2002.

ATAÍDE, L. M. S, et al. Avaliação da fitotoxicidade de compostos orgânicos a partir de ensaios biológicos envolvendo sementes de tomate. **SCIENTIA PLENA**, Sergipe, v. 7, n°. 8, p.1-12, 2011.

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**, Lei nº 12.305 de 02 de Agosto de 2010. Diário Oficial. Brasília, DF, 23 de dezembro de 2010.

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

BRASIL. **Instrução Normativa Nº 25, de 23 de julho de 2009**. Aprova as Normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura. Brasília-DF: Ministério da Agricultura, 23 de julho de 2009.

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**, v.11, n. 2 , p. 162-168, 2006.

BRASIL. **Resolução 375/2006 do CONAMA**. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto

sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. Brasília-DF: CONAMA, 30 de agosto de 2006.

BRASIL. **Instrução Normativa N° 23 de 31 de agosto de 2005**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília-DF: Diário Oficial da União, Seção 1, 8 de setembro de 2005.

BRASIL. **Política Nacional de Educação Ambiental**, Lei n.º 9.795 de 27 de Abril de 1999. Diário Oficial. Brasília, DF, 28/04/1999.

COELHO, F. C. Composto Orgânico. **Manual Técnico, 03**. Programa Rio Rural. Niterói-RJ, p. 1-13, 2008.

CORREIA, C. R. M. A.; MARQUES, O. **Manual de Compostagem – processo simplificado** – Brasília, Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 2006.

CUNHA, V.; CAIXETA FILHO, J. V. Gerenciamento da coleta de resíduos sólidos urbanos: estruturação e aplicação de modelo não linear de programação por metas. **GESTÃO & PRODUÇÃO**, v.9, n.2, p.143-161, 2002

DIAS S. M. F; PAIXÃO, F. M. Os caminhos do lixo na universidade estadual de Feira de Santana – Bahia. In: Congresso Interamericano de Sanitária e Ambiental, 27., 2000, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre – RS: ABES, 2000. p.1-7.

DIAS, S. M. F. **Avaliação de programas de educação ambiental voltados para o gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos**. Tese (Departamento de Saúde Ambiental) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo-USP, São Paulo, 2003.

FADIGAS, F. S. et al. Avaliação da qualidade nutricional de composto orgânico produzido com resíduos de fumo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n° 7, 2010.

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

FLOR, A. M. A; SILVA, M. M. P. LEITE, V. D. Caracterização dos resíduos sólidos em uma escola pública municipal da cidade de Campina Grande/PB. In: Congresso Brasileiro de Sanitária e Ambiental, 21. , 2001, João Pessoa. **Anais**. João Pessoa – PB: ABES 2001.p.1-3.

FREITAS, L. F. S. **Potencial econômico da reciclagem de resíduos sólidos urbanos na Bahia: Uma abordagem insumo-produto**. Dissertação (Mestrado em Economia). Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2007.

GOMES, J. J. A.. et al. Composição química de composto orgânico preparado com esterco de equino e leucena. (*Leucaena leucocephala* Lam de Wit). **Revista Brasileira de Agroecologia**, ISSN: 1980-9735, 2008.

HERBETS, R. A. et al. Compostagem de resíduos sólidos orgânicos: aspectos biotecnológicos. **Revista Saúde e Ambiente**, Florianópolis, v. 6, n. 1, p.1-10, 2005.

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

JACOBI, P.; BESEN, G. R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos Avançados**, v.25, n.71, 2011.

JAHNEL, M. C.; MELLONI, R.; CARDOSO, ELKE J. B. N. Maturidade de composto de lixo urbano: **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.56, n. 2, 1999.

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

KUMIYA, S. Q. et al. Estruturação da Unidade de Compostagem e Produção de Composto Orgânico no Projeto Volta à Terra/PVT. **Revista Brasileira de Agroecologia**, vol. 4, n. 2, 2009.

LEITE, V. D. et al. Análise quali-quantitativa dos resíduos sólidos urbanos produzidos em Campina Grande, PB. In: Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental, 24. , 2007, Belo Horizonte. **Anais**. Belo Horizonte - MG: ABES 2007.

LEVY, J. S.; TAYLOR, B.R. Effects of pulp mill solids and three composts on early growth of tomatoes. **Bioresource Technology**. v. 89, n.3, p. 297-305, 2003.

LIBÂNIO, P. A. C. **Avaliação da eficiência e aplicabilidade de um sistema integrado de tratamento de resíduos sólidos urbanos e de chorume**. Dissertação (Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte - MG, 2002.

LIMA, C. R.C.; LIMA, J. S.; AGUIAR, A.C.. Estudo comparativo entre adubação orgânica e inorgânica através de indicadores de sustentabilidade. In: Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental, 23. , 2005, Campo Grande. **Anais**. Campo Grande – RJ. ABES, 2005.

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

LOPES, W.S. LEITE, V.D. PRASAD, S. Avaliação dos impactos ambientais causados por lixões: um estudo de caso. In: Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental, 27. 2000, Porto Alegre. **Anais**. Porto Alegre – RS. ABES 2000.p.1-7.

LUNA, Maria L. D. et al. Tratamento anaeróbio de resíduos orgânicos com baixa concentração de sólidos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.29, n.1, p.113-121, 2009.

MAGRO, F. O. et al. Composto orgânico na produção e qualidade de sementes de brócolis. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.34, n.3, p. 596-602, 2010.

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

MARINGA, J. T. Resíduos sólidos e meio ambiente urbano. **Varia Scientia**, v. 5, n. 10, p. 177-187, dezembro de 2005.

MARQUES, M.; HOGLAND, W. Processo descentralizado de compostagem em pequena escala para resíduos sólidos domiciliares em áreas urbanas. In: Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 18.,2002,Cancun. **Anais**. Cancun, México. ABES, 2002.p.1-8.

MASSUKADO, L. M.. **Desenvolvimento do processo de compostagem em unidade descentralizada e proposta de software livre para o gerenciamento municipal dos resíduos sólidos domiciliares**. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental). Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

MEDEIROS, D. C. et al. Produção de mudas de alface com biofertilizantes e substratos. **Horticultura Brasileira**. Brasília.v.25, n.3, 2007.

MONTEIRO, J. H. P.; ZVEIBIL, V. Z. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

NAIME, R., ABREU, E. F., ABREU, J. N. Avaliação das condições de trabalho dos catadores da central de triagem de lixo do aterro sanitário de Cuiabá, MT. **Estudos Tecnológicos**, v. 4, n. 3,p. 251-270,2008.

OLIVEIRA, R. F. et al.Composto Orgânico em Diferentes Estádios de Maturação na Produção de Matéria Seca de Milho. **Comunicado Técnico**, Belém, ISSN 1517-2244. Dez.2004, p.1.

OLIVEIRA, A. M. G. et al. Compostagem caseira de lixo orgânico doméstico. **Circular Técnica**, Cruz das Almas, Embrapa, 76, 2005

OLIVEIRA, T. M. N.; MAGNA, D. J.; SIMM, M. Gestão de resíduos sólidos urbanos: O desafio do novo milênio. **Revista Saúde e Ambiente**, v. 8, n. 1, p.12 – 18, 2007.

OLIVEIRA, I. S.; SILVA, M. M. P. Educação Ambiental em comunidade eclesial de base na cidade de Campina Grande: contribuição para o processo de mobilização social. **Rev. Eletrônica Mestr. Educ. Ambient**, v.18, janeiro a julho de 2007.

PAIVA, E. C. R. **Avaliação da compostagem de carcaças de frango pelos métodos da composteira e leiras estáticas aeradas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2008.

PEREIRA NETO, J. T. **Manual de Compostagem processo de baixo custo**. Belo Horizonte, UNICEF, 1996. 56p.

PHILIPPI, L. S.. Saneamento Descentralizado: Instrumento para o Desenvolvimento Sustentável. In: Simpósio luso-brasileiro de engenharia sanitária e ambiental, 9.,2000, Porto Seguro. **Anais**: ABES,2001.p.1833 – 1841.

PRADO FILHO; J. F. SOBREIRA, F. G. Desempenho operacional e ambiental de unidades de reciclagem e disposição final de resíduos sólidos domésticos financiadas pelo ICMS Ecológico de Minas Gerais. **Eng. Sanit. Ambient**, Rio de Janeiro v.12, n.1, p. 52 – 61, 2007.

PENELUC, M. C.; SILVA, S. A. H. Educação ambiental aplicada à gestão de resíduos sólidos: análise física e das representações sociais. **Revista. Faced**, Salvador, n.13, p.135-165, 2008.

QUISSINI, C. S. et al.Determinação dos aspectos quali-quantitativos dos resíduos sólidos domésticos – estudo de caso município de são marcos. In: Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental, 24. , 2007, Belo Horizonte. **Anais**. Belo Horizonte – MG. ABES, 2007.p.1-7.

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

RIBEIRO, M. R. **O projeto de administração de resíduos de saúde de um hospital**. Monografia (Curso de Pós Graduação Latu Senso em Administração Hospitalar). Universidade Gama Filho/RJ – Universidade Unimed-MG, Bom Despacho - MG, 2005.

RIBEIRO, E. B. V. et al. Uma abordagem normativa dos resíduos sólidos de saúde e a questão ambiental. **Revista Eletrônica Mestrado em Educação Ambiental**, v. 22, p.168 - 176, 2009.

ROVIRIEGO, L. F. V. **Proposta de uma metodologia para a avaliação de sistemas de coleta seletiva de resíduos sólidos domiciliares**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005

RUSSO, M. A. T. **TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS**. Coimbra, 2003. Universidade de Coimbra. Coimbra, 2003.

SAEG. **Sistema para análises estatísticas**. Versão 7,0. Viçosa, MG. Fundação Arthur Bernardes. 1997.

SANCHES, S.M. et al. A Importância da Compostagem para a Educação Ambiental nas Escolas. **Química Nova na Escola**, São Paulo: Sociedade Brasileira de Química. n. 23, p. 10-13, 2006

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

SILVA, F. C. et al. Processos de produção de compostos de lixo e a sua qualidade como fertilizante orgânico. **HOLOS Environment**, v.5, n.2, p.122, 2005.

SILVA, F. A. M; BÔAS, R.L. V. Teste de germinação como indicador de maturação em composto orgânico. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, vol. 22, n.3, p.63-73, 2007.

SILVA, M. M. P. Gestão integrada de resíduos sólidos na comunidade. **Jornal do meio ambiente online**. Niterói – RJ: REBIA, abril de 2007.

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**. Tese (Recursos Naturais) - Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2008 a.

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. 2008b.

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, n. 7, p.121 – 152, 2008.

SILVA *et al*;.Educação ambiental: instrumento para sustentabilidade de tecnologias para tratamento de lodos de esgotos. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, Rio Grande, v. 23, p.54 – 70, 2009.

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

SILVA,M.M.P. et al. Avaliação do Sistema de Tratamento Descentralizado de Resíduos Sólidos Orgânicos Domiciliares em Campina Grande-PB In: Congresso

Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 26. , 2011, Porto Alegre. **Anais**. Rio Grande do Sul - RS. ABES 2011 a.p.1-11.

SILVA,M.M.P. et al. Qualidade de compostos originados de lodos de tanques sépticos coletivos e resíduos sólidos orgânicos domiciliares. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental 26., 2011,Porto Alegre. **Anais**. Rio Grande do Sul - RS. ABES, 2011b. p.1- 9.

SIQUEIRA, M. M.; MORAIS, M. S. Saúde coletiva, resíduos sólidos urbanos e os catadores de lixo. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v.14, n. 6, 2009.

SOARES, L. G. C.; SALGUEIRO, A. A.; GANIZEU, M. H. P. Educação ambiental aplicada aos resíduos sólidos na cidade de Olinda, Pernambuco – um estudo de caso. **Revista Ciências & Tecnologia**. Boa Vista - Recife, Ano 1, n. 1, p. 1- 9, 2007.

SUZUKI, J.A.N. GOMES, J. Consórcios intermunicipais para a destinação de RSU em aterros regionais: estudo prospectivo para os municípios no Estado do Paraná. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.14 n.2, p.155 – 158, 2009.

TAM, N. F.; TIQUIA, S. M. Assessing toxicity of spent sawdust pig-litter, using seed germination technique. **Resource Conservation Recycling**. v. 11, p. 261-264, 1994.

TEIXEIRA, L. B.; GERMANO, V. L. C.; OLIVEIRA, R. F.; FURLAN JR, J. Processo de Compostagem a partir de Lixo Orgânico Urbano e Caroço de Açaí. **Circular Técnica**, Belém, ISSN 1517 – 211X, 2002.

UFNPA - Fundo de População das Nações Unidas. **Caderno de População**. 2011. <http://www.unfpa.org.br/novo/index>. Acesso em 15 de Janeiro de 2012.

UNIJUI - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Grupo Interdepartamental de Pesquisa sobre Educação em Ciências. **Geração e gerenciamento dos resíduos sólidos provenientes das atividades humanas / GIPEC**. 2ª ed. Ver. Ijuí; Ed. Unijuí, 2003 – 60p.: il. – (Coleção situação de estudo: ciências no ensino fundamental; 1)

WAGNER, A. G.; BELLOTTO, V. R. Estações de Tratamento de Esgoto Sanitário: Análise Econômica de Alternativas para Municípios Litorâneos - Estudo de Caso – Balneário Camboriú e Itajaí (SC), Brasil. **Revista da Gestão Costeira Integrada**, v. 8, n. 1, p. 93-108, 2008.

YOSHITAKE, M.; COSTA JR., M. C.; FRAGA, M. S. O custo social e o controle de resíduos sólidos urbanos. **Science in Health**, v. 1, nº 1, p. 34 - 44, 2010.