



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**

ARTHUR MIRANDA NÓBREGA CHAVES

**REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS RESIDENCIAIS
EM UNIDADES INDIVIDUAIS E COMUNITÁRIAS**

**CAMPINA GRANDE – PB
2016**

ARTHUR MIRANDA NÓBREGA CHAVES

**REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS RESIDENCIAIS
EM UNIDADES INDIVIDUAIS E COMUNITÁRIAS**

Monografia apresentada como Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), a Coordenação do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba como exigência para obtenção do título de Engenheiro Sanitarista e Ambiental.

Orientadora: Profa. Dra. Lígia Maria Ribeiro Lima

**CAMPINA GRANDE – PB
2016**

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

C512r Chaves, Arthur Miranda Nóbrega.

Reaproveitamento de resíduos sólidos orgânicos residencial em unidades individuais e comunitárias [manuscrito] / Arthur Miranda Nóbrega Chaves. - 2016.

34 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2016.

"Orientação: Profa. Dra. Lígia Maria Ribeiro Lima, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental".

1. Resíduos sólidos. 2. Resíduos sólidos orgânicos. 3. Compostagem. 4. Sustentabilidade. I. Título.

21. ed. CDD 363.729 8

ARTHUR MIRANDA NÓBREGA CHAVES

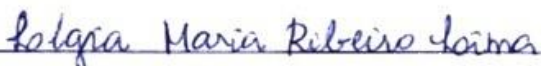
**REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS RESIDENCIAIS
EM UNIDADES INDIVIDUAIS E COMUNITÁRIAS**

Monografia apresentada como Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), a Coordenação do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Estadual da Paraíba como exigência para obtenção do título de Engenheiro Sanitarista e Ambiental.

Aprovada em: 27/11/2016.

Nota: 9,3(Nove ponto três)

BANCA AVALIADORA



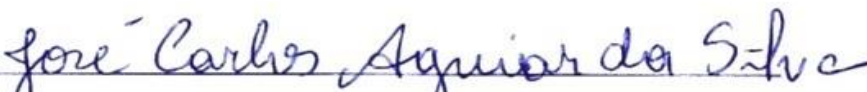
Profa. Dra. Lígia Maria Ribeiro Lima - DESA/UEPB

(Orientadora)



Profa. Dra. Neyliane Costa de Sousa - DESA/UEPB

(Examinadora)



Engº. Dr. José Carlos Aguiar da Silva – EMBRAPA/Algodão

(Examinador)

**CAMPINA GRANDE – PB
2016**

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha orientadora professora Lúcia Ribeiro por ter tido tanta paciência e por toda a ajuda dada nestes últimos meses. Peço desculpas por ter tirado tantas horas de seu sono.

Agradeço aos avaliadores pelas palavras sinceras, e por aceitarem o convite de estarem presentes à minha apresentação.

E principalmente, agradeço, ao meu pai que moldou a minha curiosidade, incentivou meu pensamento crítico e sempre esperou de mim uma busca constante por eficiência, não só para conquistar uma vida melhor como indivíduo, mas para quem sabe um dia tornar toda a comunidade que me cerca, não importa onde no mundo, um lugar de melhor qualidade para todos.

LISTA DE ABREVIATURAS E/OU SIGLAS

IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
RSO	Resíduo Sólido Orgânico
SNIS	Sistema Nacional de Informações de Saneamento
SESUMA	Secretaria de Serviços Urbanos e Meio Ambiente

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos.....	14
Figura 2 – Processo detalhado da decomposição dos resíduos sólidos na compostagem.....	15
Figura 3 – Processo inicial de compostagem.....	17
Figura 4 – Representação da composteira utilizada.....	20
Figura 5 – Área reservada para o cultivo de hortaliças no comparativo de produção e eficiência do composto.....	21
Figura 6 – Mapa da cidade de Campina Grande-PB.....	23
Figura 7 – Composteira de alvenaria utilizada.....	24
Figura 8 – Resíduos recém triturados e composto peneirado.....	26
Figura 9 – Produção de resíduo sólido orgânico semanal residencial.....	27
Figura 10 - Representação da variação de temperatura durante o processo de compostagem no interior da leira.....	28
Figura 11 – Crescimento das hortaliças após 12 dias do plantio.....	29
Figura 12 - Representação da produção total dos canteiros.....	30
Figura 13 - Cultivo da alface com 40 dias após plantio.....	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Proporções de húmus utilizadas para as quatro colunas.....	21
Tabela 2 - Projeção para produção de resíduos sólidos na cidade de Campina Grande.....	28
Tabela 3 - Cultivo da alface com 40 dias após plantio.....	29

RESUMO

Como objetivo de apresentar um modelo de compostagem em nível residencial, visando à produção de hortaliças para consumo local e principalmente se apropriar da responsabilidade de minimizar um dos principais problemas que assolam o ambiente urbano quanto à destinação de resíduos sólidos, foi instalado um experimento simples, utilizando a matéria orgânica residual residencial para a transformação em compostagem individual. Foi utilizado para o estudo, o lixo orgânico proveniente de residências de uma mesma vizinhança, com baixa densidade e ocupação, focando no estabelecimento de um sistema adaptável e constante de fácil introdução à rotina dos indivíduos. A metodologia utilizada foi a da vermicompostagem, onde em um canteiro de 3,10 x 3,5m os resíduos das residências eram depositados para transformação em composto e posterior utilização. Para testar a capacidade nutricional do composto foram instalados 4 canteiros medindo 1 x 3,8m cada, com os tratamentos (1- 75%, 2-50%,3-25% e 4-adubação química), onde foram plantados 10 pés de alface como teste. Ao final do experimento, as plantas foram colhidas e pesadas individualmente e feita a média por canteiro. Verificou-se, portanto, que o peso das plantas do canteiro nº 1 foram 10,14% maiores do que as do canteiro nº 4 e 40,74% maior que as do canteiro nº 3, que recebeu a menor proporção do composto. Sendo assim, pode-se dizer que o resultado final do trabalho atingiu seu objetivo, provando a possibilidade de compostar todo o resíduo orgânico residencial produzido por algumas residências, se valendo de uma baixa quantidade de espaço, promovendo sua sustentabilidade e melhor aproveitamento do lixo orgânico produzido para diversos usos.

Palavras-chave: Resíduo sólido, compostagem, sustentabilidade.

ABSTRACT

This study have the objective of presenting a composting model in residential level, aiming at the production of vegetables for local consumption and especially transfer the responsibility to minimize one of the main problems facing the urban environment that is the disposal of solid waste, a simple experiment was installed, using residential waste organic material for processing into individual composting. Organic waste from homes in the same neighborhood with low density and occupation, was used for the study, focusing on the establishment of an adaptable and constant system of easy introduction to the routine of individuals. The methodology used was the vermicomposting, where on a site of 3.10 x 3.5m waste from residences were deposited for processing into compost and later use. To test the nutritional capacity of the compound were installed 4 beds measuring 1 x 3.8m each, with treatments (1-75%, 2-50%, 3-25% and chemical 4-fertilization), where 10 feet were planted in lettuce as test. At the end of the experiment, the plants were harvested and weighed individually and made average per site. It is, therefore, that the weight of the construction No. 1 plants were 10.14% higher than those of the bed 4 and 40.74% greater than the Site No. 3, which received the lowest ratio of the compound. Thus, it can be said that the final result of the work reached his goal, showing the possibility of composting all residential organic residue produced by some residences, taking advantage of a low amount of space, promoting their sustainability and better utilization of organic waste produced for various uses.

Keywords: Solid waste, sustainability, composting.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
1.1 OBJETIVOS.....	12
1.1.1 Objetivo Geral.....	12
1.1.2 Objetivos Específicos.....	12
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	13
2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS.....	13
2.2 COMPOSTAGEM.....	15
2.2.1 Tipos de Compostagem.....	17
2.2.2 Produtos de Compostagem.....	18
2.2.3 Vantagens na Utilização de Compostagem Urbana.....	19
2.2.4 Desafios na Utilização de Compostagem Urbana.....	19
3 MATERIAIS E METODOLOGIA.....	20
3.1 MATERIAIS.....	20
3.1.1 Composteira.....	20
3.1.2 Hortaliças.....	22
3.2 METODOLOGIA.....	22
3.2.1 LOCALIZAÇÃO DA PESQUISA.....	23
3.2.2 Processo de Compostagem.....	23
3.2.3 Plantio de Hortaliças.....	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
4.1 PROCESSO DE COMPOSTAGEM.....	26
4.2 PLANTIO DE HORTALIÇAS.....	29
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	32
REFERÊNCIAS.....	33

1 INTRODUÇÃO

Tomando como base o sistema de coleta seletiva e sua má aplicação na grande maioria do território brasileiro, tornou-se necessário a criação de um sistema mais simplificado e descentralizado que se vale menos do poder público.

Promover um modelo sustentável em nossas cidades tem se mostrado um trabalho árduo e pouco reconhecido, embora o *zeitgeist* venha abrindo cada vez mais espaço para as discussões sobre responsabilidade individual e a conciliação do desenvolvimento econômico, social e ecológico.

Como encontrar um comprometimento entre aplicação e *estatus quo*? Um equilíbrio entre as novas demandas e a inércia do habitual cotidiano urbano cada vez mais individualista, porém, ironicamente cada vez mais conectado? Perguntas complexas com respostas igualmente complicadas, no entanto, uma solução rápida e eficiente pode ser encontrada para ao menos parte do problema.

Com estes desafios em mente, uma solução de fácil aplicação foi a de construção de células individuais de compostagem, visando transformar todo o rejeito sólido de uma residência ou condomínio residencial em húmus, que pode ser reaproveitado em jardinagem e paisagismo ou mesmo, para a produção de hortifrúteis.

Utilizando uma área verde de 620 m² e três residências, totalizando 8 (oito) habitantes na zona urbana da cidade de Campina Grande, Paraíba, Brasil, como objeto deste estudo, pode-se tirar diversas conclusões a respeito desta solução e a apresentação de seus resultados. Situada na região agreste do Nordeste do país, o experimento se deu durante os meses de julho a outubro do ano de 2015, durante o fim do período de chuvas da região e uma das maiores secas das últimas décadas. Porém os resultados se mostraram consistentes apesar das dificuldades.

Com o advento de condomínios residenciais fechados e a sua dissipação rápida em todo o território brasileiro, este experimento visa criar um parâmetro comparativo para a aplicação nestes empreendimentos, proporcionando melhoria na qualidade paisagística do condomínio e retirando do sobrecarregado sistema de coleta pública, toneladas de resíduos que podem facilmente ser aproveitados.

Utilizando uma área de 18,6 m² reservada com objetivo de compostar todo o resíduo orgânico da residência em períodos de 90 dias, este estudo de campo pretendeu demonstrar a viabilidade do modelo em escala tanto reduzida quanto

ampliada, podendo ser utilizada por condomínios horizontais, verticais ou por associação de moradores, todo o trabalho teve origem voluntária e sua utilização pode até mesmo ter impacto social ao fortalecer o senso de comunidade e oferecer atividade recompensadora para membros sem ocupação ou fora do mercado de trabalho.

Uma vez vencida a resistência inicial à coleta seletiva, esta se introduziu rapidamente na rotina e se mostrou de fácil aceitação, o único empecilho do projeto se mostrou na manipulação dos resíduos que é tida como tabu na maioria das culturas ocidentais, mesmo que, caso manipulado corretamente e com devida precaução não há problemas com odores ou vetores.

Esse trabalho propiciou a explanação do momento da quantificação do material coletado, do método e técnicas de compostagem utilizados, passando pelas propriedades do material pré e pós-tratamento, e finalmente, elencando as propriedades do material final em conjunto com um comparativo da viabilidade do húmus na utilização prática para o plantio de hortaliças.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Desenvolver um modelo de compostagem residencial, de forma individual ou compartilhada, com propósito de apresentar solução parcial para o problema dos resíduos sólidos urbanos não recicláveis e destina-los a produção de alimentos em pequena escala.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Catalogar a produção *per capita* da população amostral de matéria orgânica putrescível.
- Desenvolver um sistema que acelere a produção de húmus.
- Observar as propriedades climáticas, físicas e químicas que possam afetar a qualidade do compostado e das hortaliças.
- Quantificar toda a produção de composto e das hortaliças testadas.

- Explorar as possibilidades de utilização das folhosas e do composto produzido.
- Criar parâmetro comparativo do impacto nas contas públicas em caso de adesão por parte da população

2 FUNDAMENTAÇÃO TEORICA

2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS

As atividades urbanas geram grande quantidade de resíduos sólidos, como restos de alimentos, rejeitos vegetais e resíduos agroindustriais, dejetos de animais, os quais, em alguns casos, provocam sérios problemas de poluição. Entretanto, quando manipulados adequadamente, podem suprir, com vantagens, boa parte da demanda de insumos industrializados sem afetar adversamente os recursos do solo e do ambiente.

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), resíduos sólidos são resíduos nos estados sólidos e semi-sólidos, que resultam de atividades da comunidade, de origem: industrial, doméstica, de serviços de saúde, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Consideram-se também resíduos sólidos os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos, cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpo d'água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ABNT, 1987).

Considerando que a população urbana atendida, em 2013, no município de Campina Grande segundo a estimativa feita a partir dos dados do Sistema Nacional de Informações de Saneamento – SNIS (2011) foi de 382.668 habitantes, a geração per capita média de resíduos sólidos domiciliares do campinense é de 0,64 kg/habitante.dia (ECOSAM, 2014).

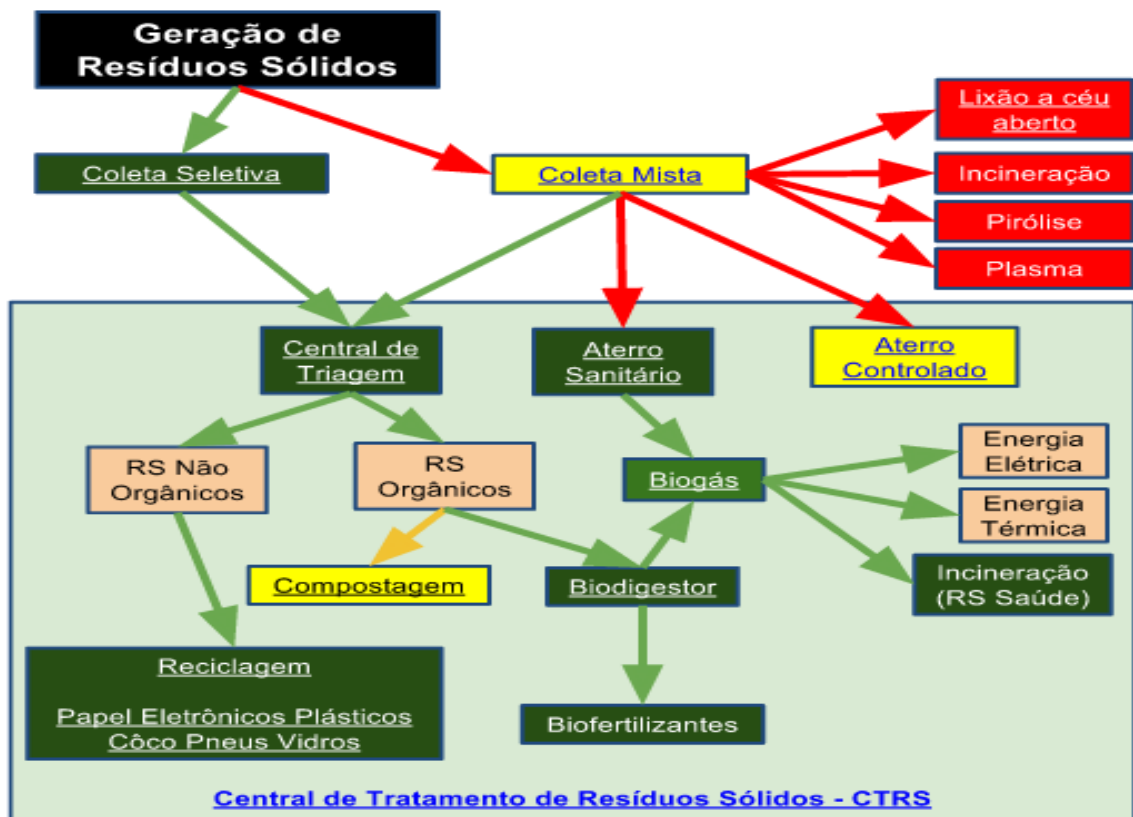
Segundo a Secretaria de Serviços Urbanos e Meio Ambiente (SESUMA), a cidade desembolsa diariamente R\$14,200 em serviços de coleta de lixo totais, o equivalente a R\$35,67 por tonelada recolhida. Portanto, com uma população estimada em 2035 para 471.379 e 110.114,21 toneladas coletadas anualmente apenas nos domicílios, a despesa pública com coleta será de R\$ 3.927.773,87, desconsiderando completamente a inflação e mantendo os valores do contrato atual.

Diariamente, a cidade produz em média 1.187,34 kg de resíduos de podaço, apenas este valor já acarreta um custo de R\$ 42,44 para depositar este material no aterro sanitário. Imaginar a economia gerada com a retirada deste volume do sistema público de aterros não é tarefa difícil (XAVIER, 2015).

Na cidade de Campina Grande, das 118.14 toneladas produzidas diariamente em 2007, 75,44% era representado por matéria orgânica. Mesmo que este valor se altere drasticamente nos próximos anos para uma proximidade maior, para a média nacional de aproximadamente 50%, isto ainda acarretaria uma economia de R\$ 1.963.886,93 anualmente (LEITE *et al.*, 2007).

O aproveitamento dos resíduos orgânicos urbanos e florestais pode ser realizado por meio de um processamento simples denominado compostagem (Figura 1), em pequena, média e grande escala desde que não causem distúrbios ao meio ambiente e a saúde pública (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008).

Figura 1 – Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos.



Fonte: www.portalresiduossolidos.com

2.2 COMPOSTAGEM

Embora não se possa atribuir à criação de processos de compostagem e utilização de resíduos a um indivíduo ou uma civilização em particular, há registros da utilização de matéria orgânica para o enriquecimento do solo, desde o antigo Império Acadiano do vale da Mesopotâmia até mil anos antes da atribuída data de nascimento de Moises, entre 2350 e 2150 a. C. (RODALE, 1992). Também existem indícios de métodos de compostagem por parte dos romanos, gregos, tribos israelitas, manuscritos árabes, textos da igreja católica e publicações renascentistas. Incluindo passagem em documentos sagrados como a bíblia (Isaiah 25:10) e o Talmud.

Figura 2 – Processo detalhado da decomposição dos resíduos sólidos na compostagem.



Fonte: www.ebah.com.br/content

Porém, em 1840, o pai da química orgânica Justus von Liebig apresentou a possibilidade de utilizar fertilizantes químicos para acelerar o desenvolvimento

vegetal e garantir melhores colheitas, assim que seus compostos se popularizaram a alternativa baseada em esterco e restos de alimentos caiu em desuso. Foi apenas com a publicação de *An Agriculture Testament* que as técnicas modernas de compostagem voltaram a ser evidenciadas (HOWARD, 1943).

A compostagem é o processo de decomposição e estabilização biológica dos substratos orgânicos, sob condições favoráveis ao desenvolvimento de temperaturas termofílicas que resultam da produção biológica do calor. Para os estudiosos da área a compostagem é um processo de oxidação biológica, por meio do qual os microrganismos decompõem os compostos constituintes dos materiais liberando dióxido de carbono (CO_2) e vapor de água (Figura 2).

Ao se tratar de compostagem em áreas urbanas a fase termófila se mostra necessária devido a sua eficiência em combater patógenos, porém, os dois principais desafios são a área reduzida e o tempo requerido para uma decomposição satisfatória da matéria orgânica; tendo como exemplo o Japão, que processa três mil toneladas por mês em plantas de tratamento de resíduos de indústrias de celulose e de alimentos. Além destes, existem cerca de 3000 outras plantas de vermicompostagem no Japão, com 5 a 50 toneladas de capacidade por mês. Variações deste projeto também começaram na Itália e nas Filipinas (ASHA; TRIPATHI; SONI, 2008).

Cada minhoca pesa entre 0,5 e 0,6 g e pode chegar a consumir seu peso em resíduo, diariamente, 50% desta massa retorna para o total da compostagem como húmus, reduzindo o volume total entre 40 e 60% (ABDULI; AMIRI, 2012). Uma vez comparados os resultados de compostados com e sem o uso destes anelídeos originados do mesmo resíduo, o vermicompostado apresenta uma melhor performance (crescimento vegetal) que o compostado tradicional, possivelmente devido a maior concentração de nutrientes e uma maior e mais ativa fauna microbiana (TOGNETTI *et al.*, 2005).

O solo de nossa região agreste se mostra desafiador para o cultivo de inúmeras espécies, principalmente, por possuir o escudo cristalino muito próximo à superfície, que por sua vez torna o solo salino e extremamente limitado na retenção de líquidos. A introdução gradual de um novo tipo de substrato na superfície de áreas urbanas tem como principal objetivo auxiliar a recuperação de camadas mais afetadas por erosão por promover o desenvolvimento de uma cobertura vegetal evitando o carreamento do solo, aumentar sua capacidade de retenção líquida e

fortalecer sua estrutura superficial devido à instalação de raízes; ou simplesmente para fins paisagísticos.

Por possuímos nas cidades uma quantidade imensa de matéria orgânica de boa qualidade sendo descartada de maneira completamente ineficiente, tanto no aspecto econômico quanto na capacidade inerente não aproveitada do material, a solução que se apresenta de maneira óbvia é a compostagem (Figura 3).

Figura 3 – Processo inicial de compostagem.



Fonte: www.recicloteca.org.br

2.2.1 Tipos de Compostagem

Existem dois únicos tipos de compostagem, ou seja, aqueles em que ocorre a presença do oxigênio do ar, chamada de via aeróbia e outro sem a presença do oxigênio, denominado de via anaeróbia. Este processo visa um resultado final com um composto orgânico que possa ser utilizado como um produto recondicionante do solo, uma fonte maior de produção, como adubo na agricultura e também na jardinagem, sem proporcionar riscos ao homem e ao meio ambiente. Por isso, quanto maior for a variedade de matérias existentes em uma determinada compostagem, maior será a variedade de microrganismos do bem, atuantes no solo (meioambiente.culturamix.com).

2.2.2 Produtos da Compostagem

Os produtos da compostagem são largamente utilizados em jardins, hortas, substratos para plantas e na adubação de solo para produção agrícola em geral, como adubo orgânico devolvendo a terra os nutrientes de que necessita, aumentando sua capacidade de retenção de água, permitindo o controle de erosão e evitando o uso de fertilizantes sintéticos (GODOY, 2008).

Há mais de um século compreendeu-se que as plantas necessitam de alguns elementos essenciais: Nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), molibdênio (Mo), enxofre (S), zinco (Zn), ferro (Fe), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), manganês (Mn), cálcio (Ca) e cloro (Cl). Porém, a proporção em que eles são requeridos varia enormemente. A fertilidade do solo, por sua vez, é resultado de uma combinação de fatores biológicos, químicos e físicos, e em conjunto, proporcionam as melhores condições para obtenção dos melhores rendimentos possíveis. O compostado e húmus tem a propriedade de interferir em todos esses fatores.

Práticas que visam conservar ou aumentar o teor de matéria orgânica do solo, tais como: manter a cobertura vegetal, combater a erosão ou até mesmo técnicas mais antigas como rotação de culturas e descanso do solo, são largamente conhecidas como eficazes para proporcionar a manutenção de rendimentos elevados nas culturas (BATISTA, 2011).

São as propriedades coloidais do húmus, principalmente aquelas relacionadas à agregação das partículas, que conferem estabilidade estrutural ao solo. Em consequência dos agregados, formam-se macro e microporos, responsáveis pela aeração e pela capacidade de retenção de água, respectivamente. As propriedades químicas do húmus são representadas principalmente pelo fornecimento de nutrientes essenciais; pela interação com as argilas formando o complexo argilo-húmico, responsável pela majoração da capacidade de troca catiônica (predominância de cargas negativas em relação às positivas); pelo poder complexante sobre metais; pela ação sobre a disponibilidade do fósforo; pela ação estabilizante sobre variações ambientais no solo. Não há como dissociar uma agricultura próspera, duradoura e sustentável de um solo rico em húmus (MACHADO, 2011).

Com sua rápida produção e abundância de matéria orgânica, um sistema urbano de compostagem de responsabilidade comunitária se mostra uma solução simples e de fácil implementação, que acrescenta uma solução aos inúmeros desafios de sustentabilidade enfrentados pelo ambiente urbano.

2.2.3 Vantagens na Utilização de Compostagem Urbana

A compostagem urbana apresenta as seguintes vantagens (GODOY, 2008):

- No processo de decomposição em compostagem ocorre à formação de dióxido de carbono (CO_2), água (H_2O) e biomassa (húmus). Por ser um processo de fermentação que acontece na presença de oxigênio (aeróbico), permite que não ocorra a formação de gás metano (CH_4), que é altamente nocivo ao meio ambiente, muito mais agressivo (23 vezes a mais) que o gás carbônico em termos de aquecimento global.
- Redução do resíduo destinado ao aterro, com a consequente economia com os custos de aterro e aumento de sua vida útil.
- Revalorização e aproveitamento agrícola da matéria orgânica.
- Reciclagem de nutrientes para o solo; processo ambientalmente seguro.
- Eliminação de patógenos devido à alta temperatura atingida no processamento.
- Economia de tratamento de efluentes.

2.2.4 Desafios na Utilização de Compostagem Urbana

- Depende principalmente da conscientização da população e quebra de algumas barreiras culturais ainda existentes.
- Requer alta adesão pública para se tornar eficiente.
- Em centros urbanos muito densos o principal espaço que pode vir a ser utilizado são as coberturas de prédios, o que acarreta um desafio logístico.
- A produção de composto pode eventualmente superar a demanda, criando um problema ainda não discutido.

3 MATERIAIS E METODOLOGIA

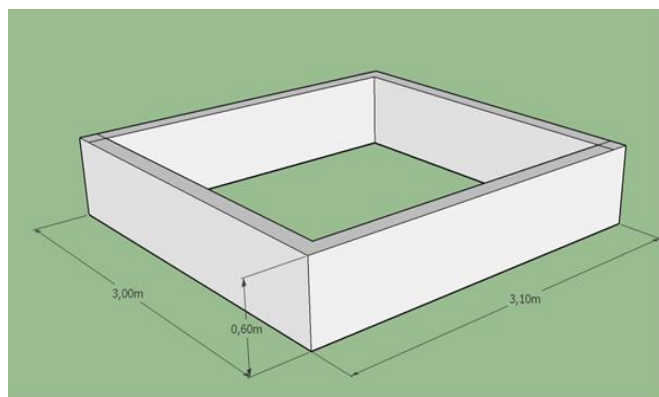
3.1 MATERIAIS

- Balança tipo peixeiro analógica capacidade 40kg
- Baldes de 22 litros para transporte dos resíduos e da compostagem
- Forrageira elétrica
- 2 Telas poliéster 1,5m X 3,1m
- 200 mg de sementes de alface comum
- Pá e Enxada
- Aspersor jardinagem circular
- Termômetro infravermelho (500ms)
- Peneira elétrica tipo cilíndrica
- Balança Eletrônica 3 decimais de precisão

3.1.1 Composteira

Para a construção da composteira (Figura 4) foi utilizada alvenaria convencional com um fundo de concreto impermeabilizado com Vedacit® e Vedalit®. Foram construídas paredes de 3,1 m e 3 m de largura, ambas com 0,6 m de altura para comportar duas leiras em estados diferentes de compostagem. A proteção da composteira foi feita com telas de poliéster para evitar a proliferação de vetores.

Figura 4 – Representação da composteira utilizada.



Fonte: Arthur Miranda(2016).

Uma segunda área foi reservada para o armazenamento prévio e trituração do material vegetal seguindo as mesmas dimensões. Fez-se uso de uma forrageira elétrica para reduzir a área superficial deste material rico em celulose e de difícil decomposição por parte dos microrganismos. Tambores plásticos de 200 L armazenaram o resíduo orgânico para mistura com o material vegetal.

Decorridos os 90 dias de compostagem, uma peneira elétrica foi utilizada para separar gravetos, pedregulhos e principalmente as minhocas e seus ovos do húmus.

A área do experimento com as hortaliças (4 m x 3,8 m) foi dividida em 4 (quatro) colunas cada uma com uma proporção diferente de húmus (Figura 5).

Figura 5 - Área reservada para o cultivo de hortaliças no comparativo de produção e eficiência do composto.



Fonte: Arthur Miranda (2016).

Na Tabela 1 estão descritas as proporções de húmus utilizadas para as quatro colunas.

Tabela 1 - Proporções de húmus utilizadas para as quatro colunas.

PONTO	PROPORÇÃO DE COMPOSTADO (%)	PROPORÇÃO DE SOLO (%)
1	75	25
2	50	50
3	25	75
4	-	100*

*100% solo local adicionado fertilizante químico NPK 4-14-8 (2 kg).

Fonte: Arthur Miranda (2016).

3.2.2 Hortaliças

Foram utilizadas sementes de alface comum (*Lactuca sativa*), da marca ISCA® compradas em um armazém local, devido sua resistência compatibilidade com o clima quente dos meses de agosto a outubro, e seu crescimento rápido, para uma avaliação mais consistente dos resultados.

Germinadas separadamente em substrato composto 100% de compostado durante 10 dias até o surgimento da terceira folha e só então introduzidas em grupos de 10 na área final do plantio.

A área do plantio foi na forma de um retângulo de 4,0 m x 3,8 m, totalizando 15,2 m² divididos em colunas de 1,0 m x 3,8 m. Esta área foi separada de acordo com a composição do solo buscando estudar seus efeitos no desenvolvimento dos vegetais irrigados diariamente, com auxílio de uma bomba hidráulica elétrica que propiciava uma vazão média de 800 L.h⁻¹.

Depois de colhidos foram pesados em uma balança de precisão, com três casas decimais, para a criação dos comparativos.

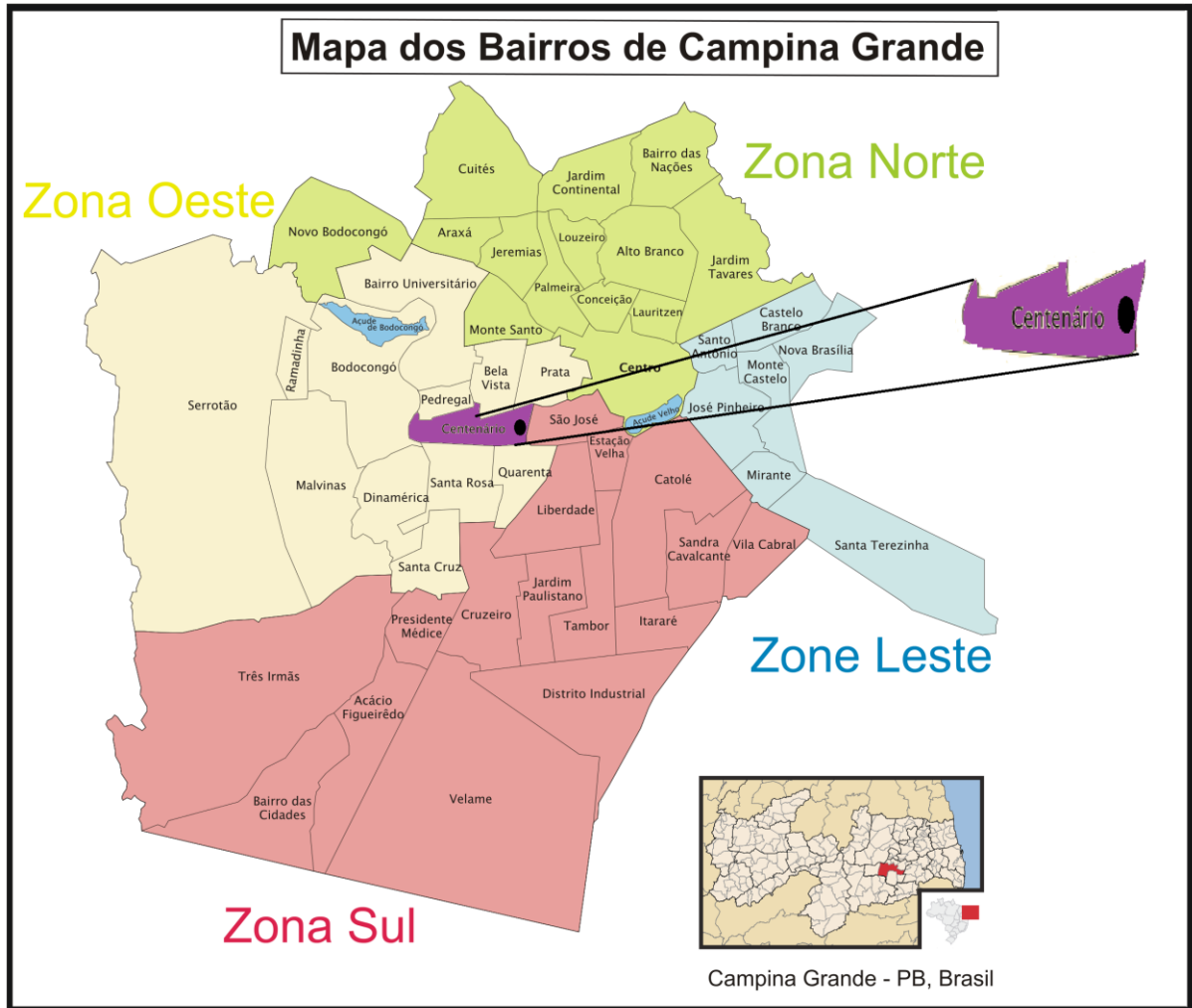
3.2 METODOLOGIA

3.2.1 LOCALIZAÇÃO DA PESQUISA

O experimento foi desenvolvido na cidade de Campina Grande, no Estado da Paraíba, cuja população está estimada em 407.754 habitantes, segundo estimativa do IBGE para o ano de 2016. As três residências utilizadas na pesquisa encontram-se situadas no bairro do Centenário, na Rua Professor Capiba, coordenadas geográficas: S: 7.225393, W: 35.897455.

O mapa a seguir (Figura 6) ilustra a cidade de Campina Grande, situada no Estado da Paraíba.

Figura 6 – Mapa da cidade de Campina Grande, Paraíba.



Fonte: Adaptado de ARAÚJO e CAMPOS (2006).

3.2.2 Processo de Compostagem

A coleta do resíduo orgânico foi realizada em três residências, totalizando uma população amostral de 8 (oito) indivíduos e uma área verde de 620 m². A seletividade do resíduo se mostrou como o marco inicial do experimento. Uma vez devidamente separado e pesado, o resíduo orgânico seguiu um ciclo dividido em quatro etapas:

1. O resíduo sólido orgânico (RSO) foi encaminhado para tonéis plásticos de 200 L, em seguida, aguardou por no mínimo 7 dias para ser triturado com o material vegetal. Devido à necessidade de trituração e da mão de obra envolvida, este tempo para acumulação de material se fez necessário. Caso o volume de resíduo residencial fosse insuficiente para trituração, ele poderia ter sido coberto por folhas

ou material vegetal mais inerte, enquanto aguardava processamento. Apenas cobri-lo, se mostra extremamente eficiente contra insetos vetores por mais 7 (sete) dias. Após o máximo de 14 dias totais em reserva, a mistura apresentou aumento de temperatura no interior da leira e se mostrou pronta para ser triturada.

2. Uma vez triturado o material composto com uma proporção aproximada de 2/5 de resíduo orgânico residencial e 3/5 de resíduo vegetal de galhos e folhas, foi organizado em uma leira no cercado ou composteira (Fig. 7). Nesta fase a água contida originalmente no resíduo começou a se dissipar e manter uma umidade entre 40 e 60%, que é crucial para a metabolização do composto em tempo hábil por parte dos microrganismos. Uma vez hidratado e coberto, repousou por mais 14 dias até ser revirado.

Figura 7. Composteira de alvenaria utilizada



3. Após 4 (quatro) semanas, quando a temperatura interna da leira já tem decrescido consideravelmente, introduziu-se a massa de alta granulação restante do peneiramento prévio da compostagem que já estava pronta. Estes materiais contêm uma alta quantidade de resíduo mais fibroso de difícil digestão microbiana, e mais importante, as minhocas californianas (*Eisenia Andrei*), para ajudar na oxigenação e na trituração do material não digerido por microrganismos.

4. Após mais 4 (quatro) semanas a compostagem estava pronta para ser processada, observou-se a humidade da leira que desta vez deveria continuar em 50% para evitar o carreamento do material pelo vento durante o peneiramento. Uma

vez propriamente hidratado, lançou-se o material em uma peneira elétrica com o objetivo de retirar restos vegetais não digeridos que por ventura não foram bem triturados e principalmente, resgatar as minhocas e boa parte do material fibroso para reintrodução no ciclo. Depois de peneirada foram obtidos dois produtos, um composto fino e leve de cor escura e os resíduos granulados, repletos de invertebrados que foram reintroduzidos na terceira parte do ciclo. Com a compostagem concluída, seguiu-se com a etapa de embalagem do produto para distribuição, ou armazenamento à sombra.

3.2.3 Plantio de Hortaliças

Foram utilizadas diferentes proporções de húmus para adubar as hortaliças e encontrar a razão mais eficiente para obter a maior massa de alimento possível, e dividiu-se a área do plantio em fileiras de 1,0 m de largura por 3,8 m de comprimento sendo plantadas 10 mudas já germinadas em seu centro, garantindo assim área suficiente para cada uma.

O fato da quantificação dos efeitos do comportamento no desenvolvimento de hortaliças de cultivo orgânico se mostrou complexo, devido a difícil quantificação de características importantes para avaliar a qualidade de um produto horte fruteiro, como aspectos físicos da planta, cor, sabor e aroma. Portanto, a propriedade escolhida para esta avaliação foi o ganho mássico dos vegetais.

A utilização da alface comum (*Lactuca sativa*) se fez mais racional por se tratar de uma espécie de rápido desenvolvimento, compatibilidade com as características químicas do solo local e do próprio compostado e principalmente, de fácil avaliação do ganho mássico já que consumimos quase a totalidade da planta. As mudas foram produzidas a partir de sementes e germinadas em compostado puro em um período de 3 (três) semanas, com uma taxa de sucesso de aproximadamente uma muda a cada 6 sementes.

Infelizmente, devido as condições climáticas impostas pelo período em que o estudo foi realizado, a quantidade utilizada de água foi considerada mínima para as plantas, entre 4 e 6 litros por metro quadrado diariamente às 17 horas para evitar evaporação. A água utilizada era armazenada em uma cisterna existente na residência utilizada para a pesquisa

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

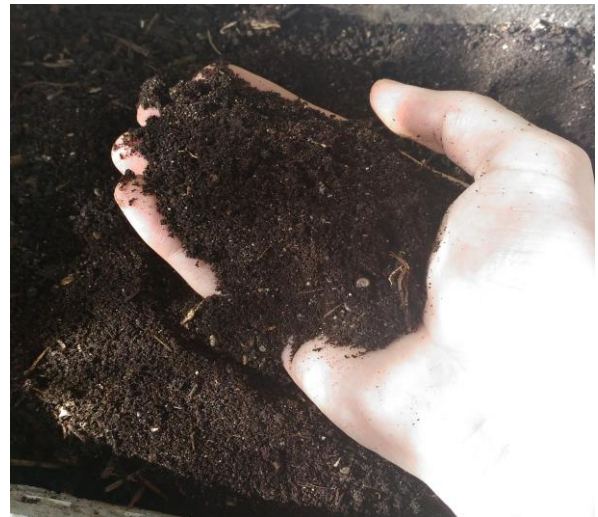
4.1 PROCESSO DE COMPOSTAGEM

Durante os 90 dias de observação foram recolhidos 608 kg de resíduos sólidos orgânicos. Destes, 249,4 kg de resíduo produzido dentro das residências composto principalmente por restos de alimentos. E 358,6 kg oriundos de material vegetal de áreas externas como folhas recolhidas nas calçadas, restos de podas e corte de gramados (Figura 7 A e B).

Figura 8 – Resíduos recém triturados e compostado peneirado



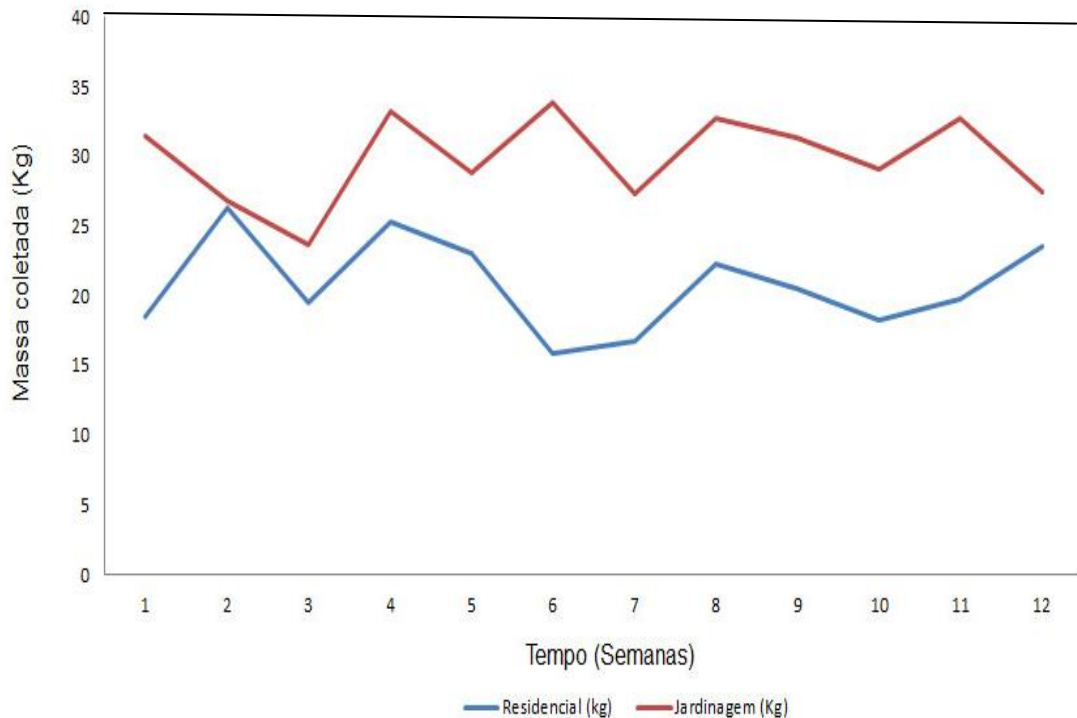
A



B

No primeiro ciclo avaliado foram utilizados 204,8 kg de matéria (89,6 kg residencial; 115,2 kg vegetais) produzindo 176,75 kg de composto bruto, destes 148,53 kg de húmus peneirado e 28,22 kg de massa retornável. Uma redução em massa de 14% foi atribuída à liberação de gases e vapor de água. O material peneirado apresentou uma densidade de $0,444 \text{ g.cm}^{-3}$ e alta capacidade de retenção de líquidos.

Figura 9 - Produção de resíduo sólido orgânico semanal residencial.

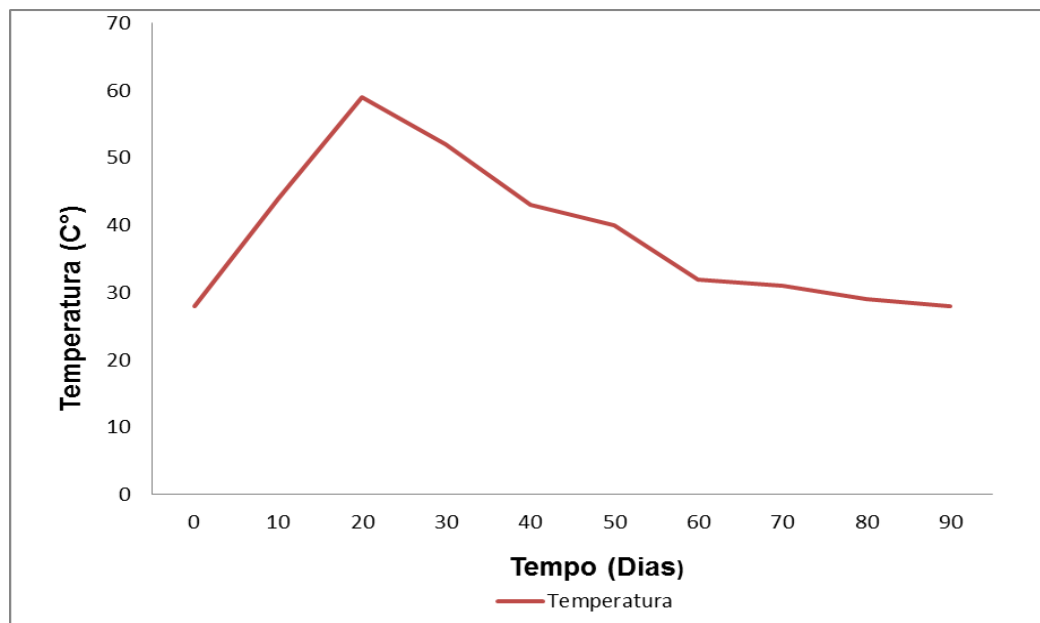


Fonte: Arthur Miranda (2016).

A absorção se apresentou de forma, imperceptivelmente, mais rápida no solo local (68,64 segundos por litro em uma amostra de circunferência 93 cm e 50 cm de profundidade, contra 63,36 segundos no solo local), podendo-se observar que a retenção deste se deu de forma muito maior no compostado, tendo em vista que o mesmo volume levou dois dias a mais ao sol para evaporar por completo em relação ao solo local. Este fato acarreta em uma solução parcial para o problema de desertificação e erosão dos solos da Paraíba uma vez que permite a manutenção da camada vegetal em tempos de pouca chuva, já que misturado ao solo à retenção de água é muito maior.

Na Figura 9 encontra-se ilustrada a variação de temperatura durante o processo de compostagem no interior da leira.

Figura 10 - Representação da variação de temperatura durante o processo de compostagem no interior da leira.



Fonte: Arthur Miranda (2016).

A geração *per capita* de resíduos sólidos orgânicos foi de 0,371 kg/dia, cerca de 57,96% do total diário avaliado pelo SNIS de produção de resíduos totais, para os habitantes de Campina Grande, ressaltando a importância de uma adequada destinação deste resíduo.

Na tabela 2 encontra-se a projeção para produção de resíduos sólidos na cidade de Campina Grande, Paraíba.

Tabela 2 – Projeção para produção de resíduos sólidos na cidade de Campina Grande.

HORIZONTE	ANO	PROJEÇÃO	UNIDADE
Curto	2018	95.990,45	ton./ano
Médio	2023	99.945,20	ton./ano
Longo	2035	110.114,21	ton./ano

Fonte: ECOSAM (2014).

É possível observar que após 4 (quatro) semanas há um retorno a fase mesófila, após o fim da fase termófila, momento em que a temperatura interna da leira já tem decrescido consideravelmente devido ao desaceleramento da atividade metabólica exotérmica dos microrganismos de fermentação aeróbica.

4.2 PLANTIO DE HORTALIÇAS

Após 12 dias do plantio das hortaliças, pode-se visualizar o crescimento das mesmas (Figura 8).

Figura 11 – Crescimento das hortaliças após 12 dias do plantio.



Fonte: Autor (2016).

Na Tabela 3 estão descritos os valores da massa total da hortaliça colhida em cada canteiro.

Tabela 3 – Massa total da hortaliça colhida em cada canteiro.

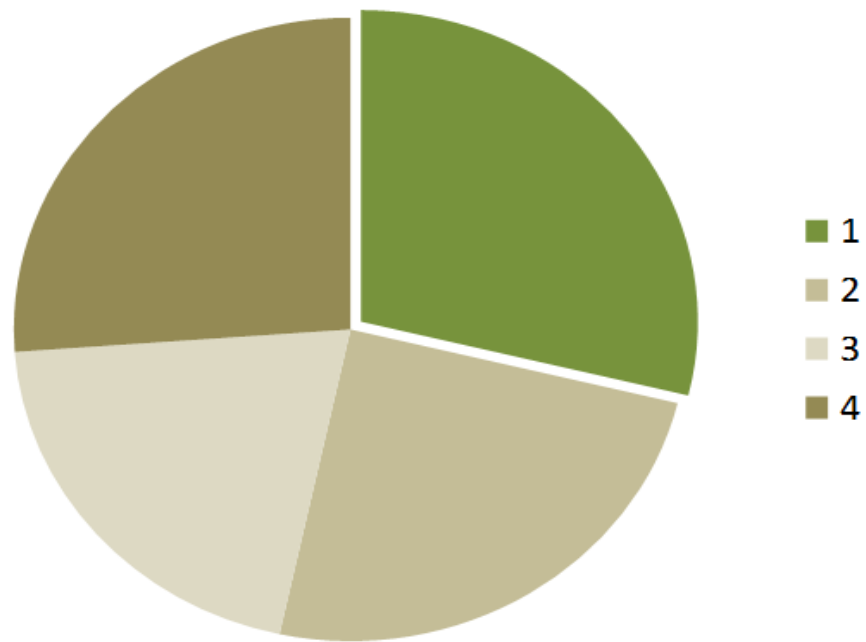
CANTEIRO	MASSA TOTAL COLHIDA (g)
1	532
2	454
3	378
4	483

Fonte: Autor (2016).

A representação da produção total dos canteiros, em massa, está ilustrada na Figura 12 e 13.

Foi possível observar que a alta concentração de composto no solo, favoreceu a aceleração de ganho mássico das folhosas. O ganho do canteiro número 1 foi 10,14% maior que o do canteiro 4, que havia sido quimicamente adubado e 40,74% maior que o canteiro 3 que recebeu uma proporção baixa de composto.

Figura 12 - Representação da produção total dos canteiros.



Fonte: Arthur Miranda (2016).

Figura 13 – Cultivo da alface com 40 dias após plantio



Fonte: Arthur Miranda

Uma série de fatores como incidência solar, temperatura, retenção de água, vento e influência microbiana, podem ter influenciado nos resultados observados, porém, é seguro concluir que devido à alta capacidade de reter líquidos e de por esta razão manter as raízes úmidas por mais tempo, o solo preparado com uma alta concentração de compostado é ideal para produção de hortaliças no meio urbano e podem produzir uma quantidade considerável de alimentos em espaços relativamente confinados, apresentando uma ótima alternativa para terrenos desocupados e condomínios.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com as alterações no ambiente urbano e a autocrítica social de vários segmentos das sociedades ao redor do globo, é seguro afirmar que vivemos próximos a um ponto de inflexão comportamental e a frequência em que crises ambientais urbanas ocorrem é prova disto.

Este breve estudo obteve êxito no que foi almejado, provando a possibilidade de compostar todo o resíduo orgânico residencial produzido por algumas residências, se valendo de uma baixa quantidade de espaço e apenas algumas horas de trabalhos semanais.

Portanto, a compostagem utilizando o procedimento apresentado pode ser considerada um método de tratamento eficaz para o desenvolvimento sustentável e para a preservação ambiental.

REFERÊNCIAS

- A COMPOSTAGEM E SEUS DIVERSOS TIPOS. Disponível em: <<http://meioambiente.culturamix.com/desenvolvimento-sustentavel/a-compostagem-e-seus-diversos-tipos>>. Acesso em 12 de outubro de 2016.
- ABDULI, M. A.; AMIRI, L. ***Efficiency of vermicompost on quantitative and qualitative growth of tomato plants***. Graduate Faculty of Environment. University of Tehran, Tehran, Iran, 2012.
- ASHA, A.; TRIPATHI, A. K.; SONI, P. ***Vermicomposting: A better option for organic solid waste management ecology and environment division***. Forest Research Institute (FRI), P.O. New Forest, Dehradun 248, 006, Uttaranchal, India, 2008
- EPSTEIN, E. ***Industrial composting: Environmental engineering and facilities management***. Taylor & Francis, p. 253, 2011.
- FLORES, M. ***Compostagem acelerada de resíduos alimentares utilizando o acelerador de compostagem Embiotic® Line***. Trabalho de Graduação Interdisciplinar apresentado à Faculdade de Tecnologia - FT, 2012.
- GODOY, J. C. ***Apresentação ilustrativa de prospectiva de negócios – Biomater – bioplásticos do Brasil***. 2008. Disponível em: <www.biomater.com.br>. Acesso em 20 de out. de 2016.
- KÄSTNER, M. ***Biotechnology: Environmental Processes II***. Second edition, v. 11b. Publicado Online, 2008.
- LEITE, V. D.; SILVA, S. A.; SOUSA, J. T.; MESQUITA, E. M. N. ***Análise quaiquantitativa dos resíduos sólidos urbanos produzidos em Campina Grande, PB***. 24º Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais. Belo Horizonte – MG, 2007.
- MACHADO, B. ***Estudo sobre as ciências agrárias***, 2011.
- OLIVEIRA, E.; SARTORI, R.; GARCEZ, T. ***Compostagem***. Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, 2008.
- Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Campina Grande - PB (PMGIRS)***. Campina Grande, 2014. Disponível em: <<http://relicipb.org/assets/CGPMRSPrognosticoFinalPreliminar20140319.pdf>>. Acesso em 20 de out. de 2016.
- Qualiquantitativa dos resíduos sólidos urbanos produzidos em Campina Grande, PB***. 24º Congresso de Engenharia Sanitária e Ambiental. Anais ABES. Belo Horizonte, MG, 2007.
- REIS, M.; BIDONE, F. ***Efeitos escala e clima no processo de compostagem em região subtropical***. XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. Jardim Sabará. Porto Alegre – RS, 2003.

RODALE. ***Book of Composting: easy methods for every gardener***. Ed. Martin & Gershuny. Hardcover, 1992.

TOGNETTI, F.; LAOS, M. J.; MAZZARINO, M. T. H.; HERNANDEZ, C. ***Composting vs. vermicomposting: A Comparison of end product quality***. Compost Science & Utilization, v. 13, n. 1, p. 6-13, 2005.

VIVEKA, S.; VIJAYALAKSHMI, G. S.; PALANIAPPAN, R. ***Vermicomposted weeds on the growth and yield of Bhendi plant***. Environment and Ecology, 23(1): 29-32, 2005.

<<http://bernardoagro.blogspot.com.br>>

BATISTA, V. ***Compostagem e Bio sólido***. Aprenda Ciência Webnode, 6 de setembro de 2011

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/2e/Bairros_de_Campina_Grande.svg/2000px-Bairros_de_Campina_Grande.svg.png>