



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS AGROINDUSTRIAIS
CAMPUS DE POMBAL - PB**

FRANCIÉDNA MARIA DA SILVA

**DIAGNÓSTICO E TRATAMENTO POR COMPOSTAGEM
DOS RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS PROVENIENTES
DO MERCADO PÚBLICO DO MUNICÍPIO DE POMBAL - PB**

Pombal - PB

2017

FRANCIÉDNA MARIA DA SILVA

**DIAGNÓSTICO E TRATAMENTO POR COMPOSTAGEM
DOS RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS PROVENIENTES
DO MERCADO PÚBLICO DO MUNICÍPIO DE POMBAL - PB**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Programa de Pós-Graduação STRICTO SENSU em Sistemas Agroindustriais, como parte dos requisitos necessários para obtenção do Título de Mestre em Sistemas Agroindustriais.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Luiz Gualberto de Andrade Sobrinho

Pombal - PB

2017

FRANCIÉDNA MARIA DA SILVA

**DIAGNÓSTICO E TRATAMENTO POR COMPOSTAGEM DOS
RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS PROVENIENTES DO MERCADO
PÚBLICO DO MUNICÍPIO DE POMBAL - PB**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Programa de Pós-Graduação STRICTO SENSU em Sistemas Agroindustriais, como parte dos requisitos necessários para obtenção do Título de Mestre em Sistemas Agroindustriais.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Luiz Gualberto de Andrade Sobrinho

APROVADA EM 28 de MARÇO de 2017.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Luiz Gualberto de Andrade Sobrinho
Orientador
(UFCG/CCTA - Campus de Pombal - PB)

Prof. Dr. Walker Gomes de Albuquerque
(UFCG/CCTA - Campus de Pombal - PB)

Prof. Pós-D. Sc Saul Barbosa Guedes
(UFCG/CCTA - Campus de Pombal - PB)

AGRADECIMENTOS

Sou grata a Deus pelo dom da vida, pelo seu amor infinito, por todas as bênçãos, por me permitir concluir mais uma etapa da minha vida.

Ao meu marido que sempre me fortaleceu na busca desse sonho, Félix de Sousa Nunes, dedico-lhe esta conquista.

Aos meus pais, irmãos e irmãs, pelas orações em meu favor, pelo incentivo, por todo amor e carinho.

Ao professor Luiz Gualberto, pela orientação, por todo apoio, pela paciência e pela atenção que dedicou à elaboração deste trabalho.

À Universidade Federal de Campina Grande, campus de Pombal – PB.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação, Stricto Sensu, em Sistemas Agroindustriais do Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar - CCTA da UFCG, Campus Pombal.

Aos membros da banca avaliadora, por colaborar na melhoria deste trabalho.

Obrigada a todos que, mesmo não estando citados aqui, tanto contribuíram para a conclusão desse Mestrado, em Sistemas Agroindustriais - CCTA da UFCG, Campus Pombal. Essa conquista eu compartilho com vocês com muita alegria, pois vocês fazem parte dessa vitória!

SILVA, F. M. **Diagnóstico e tratamento por compostagem dos Resíduos sólidos orgânicos provenientes do mercado público do município de Pombal - PB.** 2017. 70 fls. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB, 2017.

RESUMO

Os resíduos agroindustriais geralmente apresentam grandes concentrações de materiais orgânicos que, se manejados de forma inadequada, podem poluir e/ou contaminar o solo, a água e o ar. Os processos de compostagem têm se estabelecido como formas eficientes de minimizar a problemática ambiental e de reduzir o volume de resíduos sólidos orgânicos descartados de forma ambientalmente incorreta. O principal objetivo deste trabalho consiste em quantificar os resíduos sólidos orgânicos do setor de hortifrúti do Mercado Público de Pombal-PB, assim como averiguar a viabilidade de produção de composto orgânico através do emprego da técnica da compostagem aeróbica em ambiente aberto. Para isso realizou-se pesagens diárias, durante quatro semanas, dos resíduos sólidos orgânicos gerados no setor de hortifrúti do Mercado Público de Pombal-PB, além do mais, foi montada uma pilha de compostagem com os resíduos orgânicos recolhidos no local de estudo e verificado o grau de maturação do composto orgânico final. O diagnóstico final resultante da pesquisa foi que são produzidos no referido setor uma média de 82,12 kg de resíduos orgânicos diariamente. Para avaliar a maturação do composto foram utilizados os parâmetros de temperatura, relação C/N, condutividade elétrica e pH. Os quais apresentaram resultados satisfatórios de maturação quando comparado com o que determina a Portaria N° 01/83 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento indicando que estes simples métodos são considerados seguros para verificação de processos de compostagem conduzidos em regiões sujeitas às condições semiáridas, mostrando-se eficiente para o tratamento de resíduos agroindustriais.

PALAVRAS-CHAVE: Quantificação de resíduos, composto orgânico, meio ambiente.

SILVA, F. M. **Diagnosis and treatment by composting of organic solid waste from the public market of the municipality of Pombal - PB.** 2017. 70 fls. Dissertation (Master in Agroindustrial System) – Federal University of Campina Grande, Pombal - PB, 2017.

ABSTRACT

Agro-industrial wastes generally have large concentrations of organic materials which, if handled improperly, can pollute and / or contaminate soil, water and air. Composting processes have been established as efficient ways to minimize environmental problems and to reduce the volume of organic waste disposed of in an environmentally incorrect way. The main objective of this work is to quantify the organic solid waste of horticulture of the Public Market of Pombal -PB, as well as to investigate the viability of organic compost production through the use of the aerobic composting technique in the open environment. For this, It was performed daily weightings for four weeks of the organic solid waste generated in the horticulture sector of the Public Market of Pombal-PB, in addition, a compost pile was assembled with the organic residues collected at the study place and the degree of maturation of the final organic compound was verified. The final diagnosis resulting from the research was that an average of 82.12 kg of organic waste is produced daily. To evaluate the maturation of the compound, the parameters of temperature, C / N ratio, and electrical conductivity epH were used. It presented satisfactory maturation results when compared to that determined by Ordinance No. 01/83 of the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply, indicating that these simple methods are considered safe for verification of composting processes conducted in regions subject to semi-arid conditions, being efficient for the treatment of agro industrial residues.

KEY WORDS: Quantification of residues, organic compost, environment.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 01 – Fluxograma do processo de compostagem em usinas | 23 |
| Figura 02 – Etapas do processo de compostagem | 28 |
| Figura 03 – Localização do Município de Pombal no Estado da Paraíba | 31 |
| Figura 04 – Mercado Público de Pombal-PB | 32 |
| Figura 05 – Localização do Mercado Público no Município de Pombal-PB | 33 |
| Figura 06 – (A e B) Levantamentos de dados realizados no setor hortifrúti do Mercado Público de Pombal-PB | 35 |
| Figura 07 – (C, D e E) Pesagem dos resíduos sólidos orgânicos do Mercado Público de Pombal-PB | 37 |
| Figura 08 – Pilha de Compostagem | 38 |
| Figura 09 – Faixa etária de idade dos feirantes do Mercado Público de Pombal-PB | 41 |
| Figura 10 – Índice de escolaridade dos feirantes do Mercado Público de Pombal-PB | 42 |
| Figuras 11 – (F, G e H) Recipientes utilizados pelos os feirantes do setor de hortifrúti para acondicionamento dos resíduos orgânicos | 45 |
| Figura 12 – (I e J) Recipientes utilizados para o descarte dos resíduos do Mercado Público de Pombal-PB | 46 |
| Figura 13 – Quantidade de resíduos orgânicos gerados no Mercado Público de Pombal-PB em quatro semanas | 49 |
| Figura 14 – Evolução da temperatura da pilha de resíduos ao longo do processo de compostagem | 52 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 01 – Classificação da Compostagem | 22 |
| Quadro 02 – Características do Mercado Público de Pombal-PB | 42 |
| Quadro 03 – Pesagem dos resíduos produzidos no Mercado Público de Pombal-PB | 48 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 01 – Variáveis analíticas analisadas no composto orgânico | 39 |
| Tabela 02 – Nutrientes analisados no composto orgânico | 55 |
| Tabela 03 – Características químicas analisadas no composto orgânico | 56 |

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 12 |
| 2. OBJETIVOS | 14 |
| 2.1 GERAL:..... | 14 |
| 2.2 ESPECÍFICOS:..... | 14 |
| 3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 15 |
| 3.1 LEGISLAÇÃO | 15 |
| 3.2 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS | 16 |
| 3.3 RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS..... | 18 |
| 3.4 TIPOS DE TRATAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS | 20 |
| 3.5 COMPOSTAGEM NO BRASIL..... | 21 |
| 3.6 PROCESSO DA COMPOSTAGEM | 22 |
| 3.7 FATORES QUE INFLUENCIAM NO PROCESSO DE COMPOSTAGEM ... | 25 |
| 3.7.1 Relação Carbono / Nitrogênio | 25 |
| 3.7.2 Temperatura | 26 |
| 3.7.3 Potencial hidrogênico (pH) | 26 |
| 3.7.4 Aeração | 26 |
| 3.7.5 Umidade | 27 |
| 3.8 ETAPAS DO PROCESSO DE COMPOSTAGEM..... | 27 |
| 3.9 MATÉRIA ORGÂNICA E SUBSTÂNCIAS HÚMICAS DE COMPOSTOS ... | 29 |
| 3.9.1 As vantagens da utilização de compostos orgânicos | 29 |
| 4. MATERIAIS E MÉTODOS | 31 |
| 4.1 LOCAL DO EXPERIMENTO..... | 31 |
| 4.1.1 Caracterização da área de estudo- Contexto Histórico | 31 |
| 4.2 METODOLOGIA | 33 |
| 4.2.1 Levantamento de dados e informações | 35 |
| 4.2.2 Pesagem dos resíduos sólidos orgânicos | 36 |
| 4.2.3 Montagem da pilha de compostagem | 37 |
| 4.2.4 Análises físicas do composto orgânico | 38 |
| 4.2.5 Análises químicas do composto orgânico | 39 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 41 |
| 5.1 LEVANTAMENTO DE DADOS E INFORMAÇÕES..... | 41 |
| 5.1.1 Caracterização do local de estudo | 42 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 5.2 | GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS | 44 |
| 5.2.1 | Acondicionamento | 44 |
| 5.2.2 | Coleta e transporte | 45 |
| 5.2.3 | Disposição final | 47 |
| 5.3 | PESAGEM DOS RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS | 48 |
| 5.4 | MONITORAMENTO DA PILHA DE COMPOSTAGEM..... | 50 |
| 5.4.1 | Temperatura | 50 |
| 5.4.2 | Aeração e Umidade | 53 |
| 5.5 | ANÁLISES QUÍMICAS DO COMPOSTO ORGÂNICO | 54 |
| 6. | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 58 |
| | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 59 |

1. INTRODUÇÃO

Na sociedade contemporânea é notório o crescimento da produção de resíduos sólidos, que são gerados em tamanha proporção, que a natureza por si só não é capaz de processá-los, o que torna o descarte e tratamento de tais resíduos um problema ambiental (HORTA, 2014).

A exploração predatória dos recursos naturais e à falta de medidas sustentáveis para o controle do lançamento de resíduos sólidos, líquidos e gasosos causa problemas que alcançam índices alarmantes devido a grande produção diária e por todos os setores da sociedade, os quais necessariamente, não significa que recebem sua destinação final efetuada adequadamente. No Brasil, estima-se que a geração de resíduos sólidos urbanos vem sendo superior à taxa de crescimento populacional, sendo este um problema de escala global está diretamente relacionado com diversos setores da sociedade (saúde pública, meio ambiente, economia e etc.) (NETO, et al., 2007).

Assim como na maioria dos municípios brasileiros, na cidade de Pombal-Paraíba os resíduos sólidos são depositados em lixões. Cerca de 12.500 kg/dia são coletados e depositados de forma inadequada (SEINFRA, 2014). O descarte inadequado e a falta de gerenciamento desses resíduos podem causar diversos problemas ao meio ambiente.

A lei de nº 12.305 de 2 de agosto de 2010 institui a política nacional de resíduos sólidos urbanos (RSU), definindo a responsabilidade da destinação ambientalmente adequada dos RSU, aplicada a qualquer órgão gerador (BRASIL, 2010). A mesma lei proíbe o lançamento de resíduos sólidos urbanos *in natura* a céu aberto, e propõe soluções para o gerenciamento dos RSU, tal como desenvolvimento de pesquisas voltadas para tecnologias limpas aplicadas aos RSU, como a implementação de sistema de compostagem para resíduos sólidos orgânicos.

Os resíduos orgânicos geram uma substância líquida chamada chorume, substância de coloração escura, forte odor e que, ainda, apresenta alta carga orgânica em sua composição. E que pode ter em sua composição, ácidos, metais pesados, compostos tóxicos dentre outros compostos, que ao infiltrar no solo, pode alcançar o lençol freático, causando a contaminação do solo e das águas subterrâneas (COSTA, 2014).

Os locais de comercialização dos produtos orgânicos são característicos pela a produção permanente de resíduos, a poluição é facilmente observada. Esses ambientes devem ser considerados como casos específicos de poluição, pois estão presentes contaminantes químicos e biológicos. Além da degradação dos recursos naturais, a presença de agentes patógenos, podem levar riscos à saúde humana. Além do mais, a poluição visual influencia diretamente na escolha dos alimentos, induzindo o consumidor a definir o local da compra (BRAGA & DIAS, 2008).

Sendo assim, a compostagem é vista como um método de desvio de lixo orgânico de aterros sanitários para a criação de um produto com baixo custo e adequado para fins agrícolas (ANDERSEN et al., 2010) que vem contribuir com o solo agregando nutrientes (N, P e K) responsáveis pelo bom desenvolvimento da flora (JAKOBSEN, 1995). Portanto, a compostagem pode ser definida como um método controlado de decomposição aeróbica de substâncias biodegradáveis, realizado por microrganismos autóctones e produzindo no final matéria orgânica estável (KIEHL, 2012).

2. OBJETIVOS

2.1 GERAL:

O objetivo geral do trabalho foi quantificar e estudar a viabilidade de produzir composto orgânico por meio do processo de compostagem para o tratamento de resíduos orgânicos do mercado Público do Município de Pombal-PB.

2.2 ESPECÍFICOS:

- Realizar um diagnóstico da situação atual dos resíduos sólidos orgânicos gerados no Mercado Público.
- Quantificar a produção de resíduos orgânicos diariamente, durante quatro semanas, no Mercado Público;
- Montar pilha de compostagem para produzir composto orgânico;
- Monitorar os parâmetros físico-químicos no composto orgânico;
- Avaliar a qualidade final do composto produzido;

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 LEGISLAÇÃO

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, define resíduos como os "restos das atividades humanas, considerados pelos geradores como inúteis, indesejáveis ou descartáveis, podendo apresentar-se no estado sólido, semissólido ou líquido, desde que não seja passível de tratamento convencional" (ABNT, 2004).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos foi criada pela Lei Federal Nº 12 305, de 2010 e regulamentada pelo Decreto Nº 7404, de 2010. Atualmente, baseia-se na orientação nos princípios básicos da minimização da geração, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final de resíduos, adotando esta ordem de prioridade. A PNRS reúne princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes para a gestão dos resíduos sólidos. É fruto de ampla discussão com os órgãos de governo, instituições privadas, organizações não governamentais e sociedade civil (COSTA, 2009).

Essa Lei tem como escopo a não geração, redução, reutilização e tratamento de resíduos sólidos, bem como a destinação final ambientalmente adequada dos rejeitos. A diminuição do uso dos recursos naturais no processo de produção de novos produtos, energizar ações de educação ambiental, aumentar a reciclagem no país, promover a inclusão social, a geração de emprego e renda de catadores de materiais recicláveis (PATRÍCIA COSTA - REVISTA SENAC e EDUCAÇÃO AMBIENTAL, 2009).

A Lei Federal nº 6984 de 16 de Dezembro de 1980 (BRASIL, 1980) que foi regulamentada pelo Decreto nº 4954/2004, o qual dispõe sobre a inspeção, fiscalização e comércio de qualquer tipo de fertilizante, corretivo, inoculante, estimulante ou biofertilizante, destinados à agricultura.

A Instrução Normativa nº 10/2004 do Ministério da Agricultura (BRASIL, 2004) atua para classificar estabelecimentos produtores e baixar normas relativas às especificações e garantias dos produtos. A classificação dos fertilizantes orgânicos possui legislação própria através da IN nº 25/2009 (BRASIL, 2009). A qual elenca as classes a seguir:

- Classe A: fertilizante orgânico que, em sua produção, utiliza matéria-prima de origem vegetal, animal ou de processamentos da agroindústria, onde não sejam utilizados no processo metais pesados tóxicos, elementos ou compostos orgânicos

sintéticos potencialmente tóxicos, resultando em produto de utilização segura na agricultura.

- Classe B: fertilizante orgânico que, em sua produção, utiliza matéria-prima oriunda de processamento da atividade industrial ou da agroindústria, onde metais pesados tóxicos, elementos ou compostos orgânicos sintéticos potencialmente tóxicos são utilizados no processo, resultando em produto de utilização segura na agricultura.

- Classe C: fertilizante orgânico que, em sua produção, utiliza qualquer quantidade de matéria-prima oriunda de lixo domiciliar, resultando em produto de utilização segura na agricultura.

- Classe D: fertilizante orgânico que, em sua produção, utiliza qualquer quantidade de matéria-prima oriunda do tratamento de despejos sanitários, resultando em produto de utilização segura na agricultura.

3.2 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Os resíduos sólidos são classificados quanto à origem segundo a lei 12305/10 em: resíduos domiciliares, de limpeza urbana, de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviço, industriais, de serviços da saúde, da construção civil e de mineração (ABNT, 2004). Além da classificação quanto à origem podem ser feitas distinções entre os resíduos úmidos e secos, orgânicos e inorgânicos e perigosos e não perigosos. Dentro destas definições, entende-se que resíduos sólidos orgânicos é todo resíduo de origem animal ou vegetal, ou seja, que recentemente fez parte de um ser vivo, como por exemplo: frutas, hortaliças, restos de pescados, folhas, sementes, cascas de ovos, restos de carnes, etc. (JACOBI e BESEN, 2011).

A Normativa Federal Nº 10004 estabelece que a classificação dos resíduos sólidos precise ser desenvolvida com base em critérios: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade. A partir da determinação dos critérios, organizam-se os resíduos sólidos em classes de acordo com a periculosidade e riscos potenciais ao meio ambiente, podendo ser classificados em classes. Esta nova versão classifica os resíduos em três classes distintas: classe I (perigosos), classe II (não inertes) e classe III (inertes).

- Classe I - Resíduos perigosos: são aqueles que apresentam riscos à saúde pública e ao meio ambiente, exigindo tratamento e disposição

especiais em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.

- Classe II - Resíduos não inertes: são os resíduos que não apresentam periculosidade, porém não são inertes; podem ter propriedades tais como: combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água. São basicamente os resíduos com as características do lixo doméstico.
- Classe III - Resíduos inertes: são aqueles que, ao serem submetidos aos testes de solubilização (NBR-10.007 da ABNT), não têm nenhum de seus constituintes solubilizados em concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água. Isto significa que a água permanecerá potável quando em contato com o resíduo. Muitos destes resíduos são recicláveis. Estes resíduos não se degradam ou não se decompõem quando dispostos no solo (se degradam muito lentamente). Estão nesta classificação, por exemplo, os entulhos de demolição, pedras e areias retirados de escavações.

De maneira sucinta, a (NBR-10.007 da ABNT) classifica os resíduos sólidos em: perigosos e não perigosos.

Os resíduos perigosos envolvem a elaboração de um plano de gerenciamento próprio a ser inserido no plano de gerenciamento de resíduos sólidos. De forma geral, os principais resíduos perigosos produzidos pelas instituições públicas são: pilhas e baterias, lâmpadas fluorescentes, e, os eletroeletrônicos (equipamentos de comunicação, telefonia, eletroeletrônicos portáteis, equipamentos médicos, computadores e periféricos, etc).

Resíduos Não perigosos (classe II) – são os resíduos que em razão da sua natureza, composição ou volume, não são caracterizados como perigosos: orgânicos, resíduos de óleos comestíveis, recicláveis, resíduos de obras e construções e rejeitos.

A classificação de resíduos abrange a identificação do processo ou atividade que lhes deu origem, assim como os seus constituintes. As características destes são comparadas aos constituintes de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente são conhecidos. A identificação deve ocorrer de forma criteriosa, pois os constituintes avaliados na caracterização são estabelecidos de acordo com as matérias-primas, os insumos e o processo que lhe deu origem (ABNT, 2004).

3.3 RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS

No Brasil cerca de 50% a 60%, dos resíduos sólidos domiciliares são compostos por matéria orgânica, porém como não são separados, acabam sendo direcionados para aterros sanitários ao invés de terem sua potencialidade aproveitada (HORTA, 2014).

Quando não descartados adequadamente, os resíduos orgânicos, provenientes de atividade humanas, podem constituir sérios problemas ambientais, normalmente pelo grande volume gerado (MMA, 2016). Essa disposição inadequada dos resíduos orgânicos gera o espalhamento de tais resíduos, que acarreta vários outros problemas, como o mau-cheiro característico nos locais onde são depositados, a produção de chorume, que normalmente infiltra no solo e é descarregado inapropriadamente nos cursos d'água, além da liberação de gases e o desenvolvimento de microrganismos (BENTO et al, 2013).

Em geral, as feiras livres e mercados municipais se caracterizam pela produção permanente de resíduos sólidos nos seus setores de venda. Os Hortifrúteis, em particular, são responsáveis pela geração de um montante considerável de resíduos orgânicos, que são produzidos desde a recepção e organização dos alimentos nas barracas e/ou chão pelos feirantes, até o consumidor, que no momento da compra, se rende ao consumo de alimentos, descartando os restos no próprio local (VAZ et al, 2003).

De acordo com Vaz et al (2003) a presença de resíduos sólidos dispostos nas vias de acesso às barracas gera desconforto principalmente para os compradores, além da exposição dos alimentos vendidos a vetores de doenças (moscas e mosquitos) e forte mau cheiro, o que desestimula a permanência no local e, conseqüentemente, as compras.

Os problemas ocasionados pela disposição incorreta de resíduos orgânicos compreendem um amplo espectro, que abrange desde problemas relacionados à contaminação do solo e água, produção de odores, disseminação de doenças até a desvalorização da área onde o resíduo é depositado, interferindo no modo de vida de uma comunidade e a sua concepção de ambiente (VAZ et al, 2003).

Segundo o art. 3º, VII da Lei 12.305/2010 uma das destinações finais ambientalmente adequadas para os resíduos sólidos, em especial os resíduos

orgânicos, é a compostagem, que consiste na biodecomposição da matéria orgânica em material estável que pode ser aplicado no solo (BRASIL, 2010).

O primeiro passo para a reciclagem dos resíduos orgânicos é a separação dos mesmos na fonte, ou seja, não misturar tais resíduos com os demais, de modo que venha a facilitar a sua transformação em adubo ou fertilizante orgânicos. Essa transformação pode ser feita levando em consideração a quantidade de resíduos que se pretende reciclar, uma vez que pequenas quantidades de resíduos orgânicos podem ser tratadas de forma doméstica ou comunitária, enquanto que grandes quantidades podem ser tratadas industrialmente, através de processos como a compostagem e a biodigestão (MMA, 2016).

Tais processos de reciclagem de resíduos orgânicos são de extrema importância para o meio ambiente, uma vez que a adoção destes tipos de tratamento consiste na destinação ambientalmente adequada para os resíduos orgânicos e resulta na produção de fertilizantes orgânicos e condicionadores de solo, promovendo a reciclagem de nutrientes, a proteção do solo contra erosão e perda de nutrientes, diminuindo a necessidade de fertilizantes minerais (MMA, 2016).

Em geral, os hortifrúteis caracterizam-se pela produção efetiva de resíduos sólidos orgânicos que são produzidos desde a recepção e organização dos alimentos nas barracas e/ou chão pelos feirantes até a disposição final inadequada do excedente. Sendo esse excedente, responsável pela incidência de diversos problemas ambientais.

Para um melhor manejo dos resíduos orgânicos derivados dessas feiras livres, é necessário que se produza um diagnóstico detalhado do que constitui o excedente, quais as quantidades e como vem sendo descartados normalmente, para então poder traçar as melhores opções de acondicionamento, coleta, transporte, tratamento e disposição final dos mesmos.

3.4 TIPOS DE TRATAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Segundo Santos (2011) o aterro sanitário é uma forma de disposição final de RSU no solo, dentro de critérios de engenharia e normas operacionais específicas, proporcionando o confinamento seguro dos resíduos (normalmente, recobrimento com argila selecionada e compactadas em níveis satisfatórios), evitando danos ou riscos à saúde pública e minimizando os impactos ambientais.

O processamento dos resíduos sólidos pode ser realizado de três formas: mecânico, biológico e térmico. O tratamento mecânico é caracterizado por ser um processo que não modifica as características químicas do resíduo. Das formas mais comuns do tratamento mecânico temos a compactação, trituração e o enfardamento. O tratamento biológico caracteriza-se pelo estímulo a decomposição dos resíduos por microorganismos, dentre os tipos de tratamento, temos a compostagem. O tratamento térmico é caracterizado pela queima do resíduo resultando na diminuição do volume e da patogenicidade deste, das formas conhecidas tem-se a incineração e a pirólise (IPT/CEMPRE, 2000).

Bruschi (2002) no Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios sugere que o destino inevitável do lixo é um aterro. No entanto, existem outras formas ecologicamente correta que podem solucionar uma parcela do problema no descarte inadequado dos resíduos sólidos. Além do aterro sanitário, outros processos são eficazes e ambientalmente indicados para o descarte final dos resíduos, como é o caso da incineração, da reciclagem e da compostagem. Esses tratamentos são capazes de transformar os resíduos presentes no lixo, através de processos físicos, químicos e biológicos.

A reciclagem dos materiais ocorre após o descarte dos resíduos, passando pela a coleta, separação e processamento, depois são reutilizados como matéria prima para a construção de outros materiais. A reciclagem torna-se importante devido às práticas de exploração à natureza levando ao acúmulo de dejetos e a uma constante preocupação com o meio ambiente. Contudo, há algumas dificuldades, causadas pela falta de critérios no funcionamento em vários municípios, um exemplo deste mau funcionamento e a degradação causada por queima de resíduos (ALVEZ, 2003).

A incineração é uma das tecnologias utilizadas para tratamento dos resíduos sólidos tanto urbanos como industriais. O processo de combustão é realizado em

fornos especiais, nos quais se pode garantir oxigênio para combustão, turbulência, tempos de permanência e temperaturas adequadas. Apresenta a vantagem de reduzir o volume dos resíduos em até 90% e peso em até 70% através de combustão controlada, de 800 a 1000 °C, visando à disposição final dos resíduos (BARROS et al., 2003).

A compostagem é um processo de transformação de resíduos orgânicos em adubo humificado. O produto final da compostagem, denominado composto, é definido como sendo um adubo preparado com restos de animais e/ou vegetais. Esses resíduos, em estado natural, não têm nenhum valor agrícola; no entanto, após passarem pelo processo de compostagem, podem transformar-se em excelente adubo orgânico (KIEHL, 1998).

3.5 COMPOSTAGEM NO BRASIL

O Brasil produz diariamente aproximadamente 250 mil toneladas de lixo, que precisa ser coletado, transportado e destinado adequadamente. Estes serviços podem custar mais de R\$ 420,00 por tonelada aos cofres públicos, e acarretam constantes riscos de poluição do solo, do ar, da água e para a saúde da população (VIEIRA, 2012).

No Brasil, 60% da composição dos resíduos é matéria orgânica passível de reciclagem por meio do processo de compostagem, um método simplificado e sem custos elevados para o seu tratamento sanitariamente adequado. Muitas usinas de compostagem estão acopladas ao sistema de triagem de material reciclável. Por isso é comum às usinas possuírem espaços destacados para esteiras de catação, onde materiais como papel, vidro, metal, plástico são retirados, armazenados e depois vendidos (AMBIENTE BRASIL, 2015).

A compostagem no Brasil vem sendo tratada apenas sob perspectiva de "eliminar o lixo doméstico" e não como um processo industrial que gera produto, necessitando de cuidados ambientais, ocupacionais, marketing, qualidade do produto, etc. Tanto isso é verdade que quando as usinas são terceirizadas, as empreiteiras pagam por lixo que entra na usina e não por composto que é vendido e o preço, que muitas usinas cobram, é simbólico (AMBIENTE BRASIL, 2015).

A instalação de usinas de resíduos no Brasil iniciou-se em Brasília-DF, há cerca de 30 anos, embora o maior incremento na utilização desses centros tenha ocorrido a partir da segunda metade da década de 80, por iniciativa do Banco

Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), que colocou à disposição das prefeituras municipais uma linha de crédito para a compra de equipamentos (BLEY JÚNIOR, 1993). Até o início do ano de 1994, mais de 70 usinas haviam sido instaladas no país, conforme levantamento realizado por GALVÃO JÚNIOR (1994).

Muitas usinas de compostagem estão acopladas ao sistema de triagem de material reciclável. Por isso é comum às usinas possuírem espaços destacados para esteiras de catação, onde materiais como papel, vidro, metal, plástico são retirados, armazenados e depois vendidos. A qualidade do composto produzido na maioria das vezes é ruim tanto no grau de maturação, quanto na presença de material que compromete o aspecto estético e material poluente como metais pesados (AMBIENTE BRASIL, 2015).

Segundo o IBGE (2010), existem atualmente no Brasil 211 usinas de compostagem operando. Estas recebem resíduos orgânicos de origem urbano, industrial e agroflorestral. Cada uma destas usinas tem uma capacidade de reciclar em média 10.000 toneladas por ano, entretanto, este valor é muito baixo para atender a total necessidade de tratamento dos resíduos gerados no Brasil.

Atualmente, existem várias iniciativas para implantar novas usinas de compostagem no Brasil, estimulas pela PNRS, onde se menciona a compostagem como uma das alternativas de valorização de resíduos. Também foram publicadas diferentes leis e notas técnicas por órgãos competentes, onde é estimulada a adoção da compostagem como uma metodologia ambientalmente correta, tecnicamente apropriada e economicamente viável a ser implantada no ambiente das prefeituras, para tratamento dos resíduos orgânicos gerados em nossas cidades (SANTOS 2014).

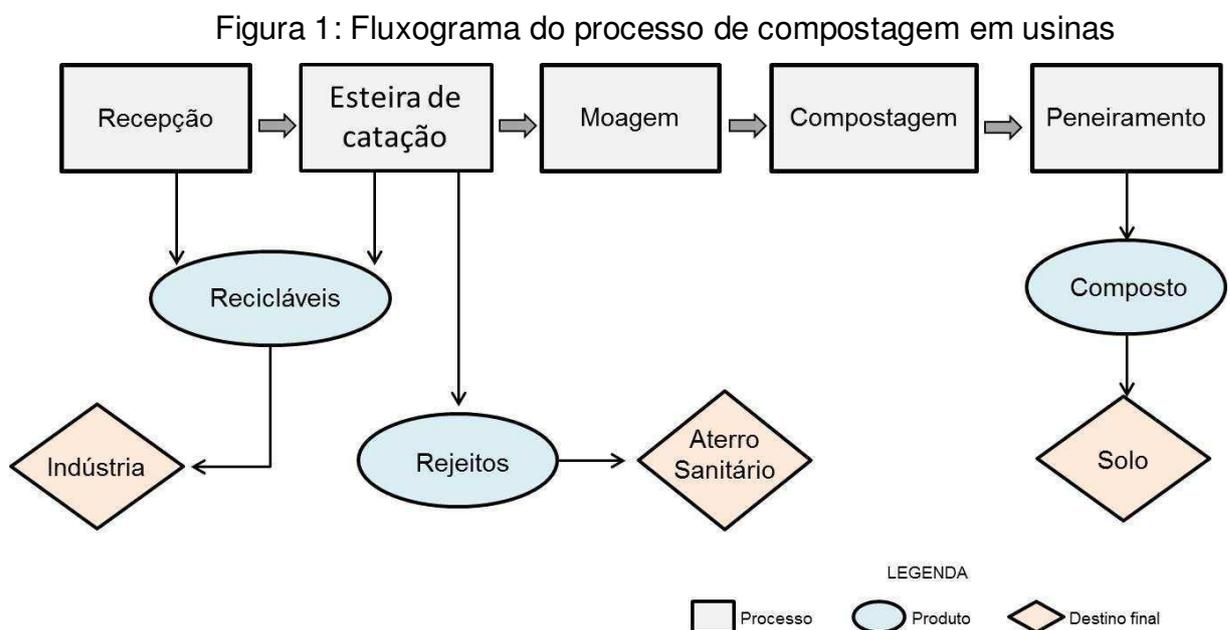
3.6 PROCESSO DA COMPOSTAGEM

Para os autores Melo e Gusmão et. al., (2013) a compostagem é um procedimento confiável e eficaz da utilização de resíduos, pois promove a “higienização” da matéria orgânica, admitindo ao produto alcançar parcialmente a mineralização, com maior eficácia na nutrição de plantas em sistemas orgânicos de produção de hortaliças.

O processo de compostagem também tem como definição uma decomposição controlada, exotérmica e biooxidativa de materiais de origem orgânica

por microrganismos autóctones, num ambiente úmido, aquecido e aeróbio, com produção de dióxido de carbono, água, minerais, gerando uma matéria orgânica estabilizada, definida como composto ou húmus (PAULA et al., 2010), podendo ser utilizado como adubo orgânico, fonte de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, ferro, zinco, cobre, manganês e boro para as plantas (PAIXÃO et al., 2012), além de fornecimento de matéria orgânica, visando melhorar as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (RODRIGUES et al., 2014; 2015).

A produção do composto não significa, necessariamente, uma solução final para os problemas ambientais causados pela a disposição final inadequado dos resíduos sólidos orgânicos. Mas pode contribuir significativamente como elemento redutor dos danos causados ao meio ambiente. A figura 1 de Galvão Junior (1994) apresenta um fluxograma do processo ideal de compostagem em usinas. Uma possibilidade de produção de adubo que propiciar a recuperação dos solos agrícolas substituindo os fertilizantes químicos que exaurem os solos pela a ação e aplicação de forma indiscriminada.



Fonte: Adaptado de GALVÃO JUNIOR (1994).

Para que o processo de compostagem aconteça é necessário que a matéria orgânica atinja dois estágios importantes, em primeiro lugar a digestão, que corresponde à fase de fermentação, onde a matéria atinge a bioestabilização e o segundo estágio é a maturação, onde a matéria atinge a humificação (KIEHL, 1998).

Kiehl (1998) classificou o processo de compostagem, Quadro 1, da seguinte maneira:

Quadro 1: Classificação da Compostagem

| | | |
|-------------------------------------|--------------------------------|--------------------|
| Classificação da Compostagem | Quanto à Biologia | Aeróbio |
| | | Anaeróbio |
| | | Misto |
| | Quanto à Temperatura | Criofílico |
| | | Mesofílico |
| | | Termofílico |
| | Quanto ao Ambiente | Aberto |
| | | Fechado |
| | Quanto ao Processamento | Estático/Natural |
| | | Dinâmico/Acelerado |

Fonte: LIMA, 1995.

Para Kiehl (1998) esses processos ocorrem nas seguintes condições:

- *Processo aeróbio*: quando a fermentação ocorre na presença de ar, a temperatura da massa em decomposição é elevada e há desprendimento de gases (CO₂) e vapor d'água.
- *Processo anaeróbico*: quando a fermentação é processada na ausência de oxigênio, a temperatura da massa em decomposição é baixa e há desprendimento de gases CH₄, H₂S entre outros.
- *Processo misto*: inicialmente a fermentação é aeróbio devido a presença de oxigênio e com a redução do O₂, desenvolve-se em processo anaeróbico.
- *Processo criofílico*: a matéria orgânica é digerida a baixas temperaturas, próxima ou inferior
Fonte: LIMA, 1995.
- *Processo mesofílico*: a temperatura varia de acordo com a função da população de microrganismos, quanto maior a população, mais elevada será a temperatura.
- *Processo termofílico*: fermentação se processa em temperaturas superiores a 55°C, podendo chegar a 70°C. Este estágio permite a destruição de sementes, ovos e formas vegetativas patogênicas.
- *Processo aberto*: compostagem realizada a céu aberto, em pátio de maturação.

- *Processo fechado*: compostagem feita através de dispositivos, como digestores, bioestabilizadores, torres e células de fermentação.
- *Processo estático*: o revolvimento da massa é feito esporadicamente.
- *Processo dinâmico*: a massa em digestão é revolvida continuamente, favorecendo a aeração, a atividade e o controle biológico.

3.7 FATORES QUE INFLUENCIAM NO PROCESSO DE COMPOSTAGEM

Na matéria orgânica é encontrada uma densa população de microrganismos, que usam minerais, compostos orgânicos, água e oxigênio para o crescimento e suas atividades metabólicas. A capacidade dos microrganismos transformarem a matéria orgânica depende de suas habilidades de produzir enzimas necessárias à degradação dos substratos (TUOMELA et al., 2000). Os componentes orgânicos biodegradáveis passam por etapas sucessivas das transformações, sob a ação de diversos grupos de microrganismos, resultando num processo bioquímico altamente complexo (BETTIOL e CAMARGO, 2000).

A compostagem demanda de condições especiais, como temperatura, umidade, aeração, pH e relação C:N, pois o processo biológico faz parte de processamento através da degradação biológica da matéria orgânica, principalmente por meio da elevação da temperatura na massa de resíduos (ORTOLAN, 2011).

3.7.1 Relação Carbono / Nitrogênio

Os microrganismos necessitam de carbono, como fonte de energia, e de nitrogênio para síntese de proteínas. É por esta razão que a relação C/N é considerada como fator que melhor caracteriza o equilíbrio dos substratos.

Teoricamente, a relação C/N inicial ótima do substrato deve se situar em torno de 30/1. Tanto a falta de nitrogênio quanto a falta de carbono limita a atividade microbiológica. Se a relação C/N for muito baixa pode ocorrer grande perda de nitrogênio pela volatilização da amônia. Se a relação C/N for muito elevada, os microrganismos não encontrarão nitrogênio suficiente para a síntese de proteínas e terão seu desenvolvimento limitado, como resultado, o processo de compostagem será mais lento (ORTOLAN, 2011).

3.7.2 Temperatura

A temperatura é um dos principais fatores para controle e eficiência do processo da compostagem. O valor da temperatura varia conforme a fase em que se apresenta o processo de compostagem, apresentando-se como um fator indicativo do equilíbrio biológico na massa em decomposição, refletindo a eficiência do desempenho no processo de compostagem. O equilíbrio do ecossistema apresenta temperatura que varia entre 40° C a 60° C, durante os primeiros 30 (trinta) dias (ORTOLAN, 2011).

Um aumento na temperatura apresenta vários benefícios, incluindo um aumento na solubilidade dos compostos orgânicos, melhor taxa de reação biológica e química, um aumento na taxa de mortalidade dos organismos patogênicos. Entretanto, a aplicação de temperaturas elevadas pode aumentar a fração de amônia livre, que inibe vários microrganismos. O importante no controle da temperatura é manter a estabilidade da mesma durante o processo (APPELS et al., 2008).

3.7.3 Potencial hidrogênionico (pH)

Durante a compostagem, o pH situa-se numa faixa entre 6 e 9. Quando o pH é muito ácido, abaixo de 6,0, inibe o crescimento das bactérias, o que irá afetar a compostagem. Já os fungos e actinomicetos são tolerantes a pH ácido e algumas populações de bactérias são selecionadas para maior atividade em pH alcalino (ORTOLAN, 2011).

3.7.4 Aeração

O oxigênio presente no meio é necessário para a atividade biológica e irá atuar de forma determinante sobre a velocidade de decomposição da matéria orgânica. A aeração depende da granulometria e da umidade dos resíduos. Se o teor de oxigênio reduzir demasiadamente, a decomposição da matéria orgânica será feita pelos microrganismos anaeróbios, os quais atuam com lentidão, produzindo maus odores e atraindo moscas, além de não conseguirem a plena estabilização da matéria orgânica (AMORIM, 2002).

Por outro lado, a aeração excessiva pode resfriar e ressecar a massa em compostagem, o que diminui a atividade microbiana. Já no final do processo, pode

ser utilizada uma forte aeração, para reduzir a umidade aos níveis inferiores a 40% (ORTOLAN, 2011).

3.7.5 Umidade

A presença de água durante o desenvolvimento da compostagem é imprescindível para as necessidades fisiológicas dos microrganismos. A matéria orgânica a ser compostada deve ter umidade em torno de 50%, sendo os limites máximos e mínimos iguais a 60 e 40%, respectivamente. Segundo Alves (1996) o teor de umidade dos resíduos depende da sua granulometria, porosidade e grau de compactação.

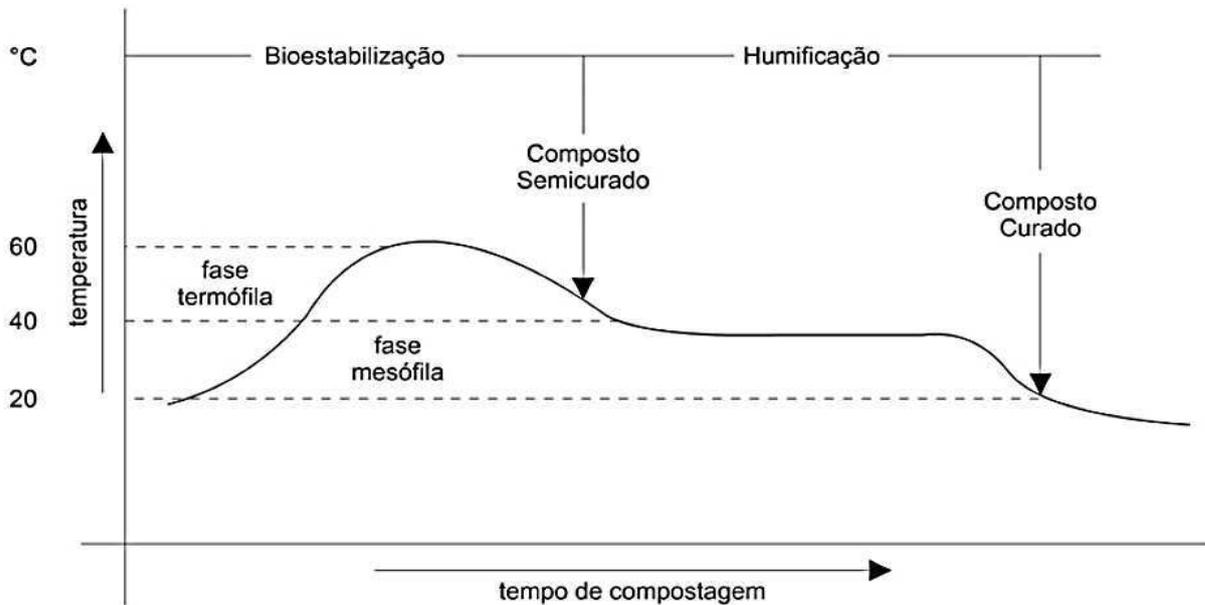
Valores abaixo de 40% fazem com que se diminua a ação dos microrganismos e valores acima de 60% podem levar a falta de oxigênio, ocasionando à decomposição anaeróbia, que é indesejável, por gerar mau cheiro e depreciar a qualidade do composto. Nessas condições, ocorre a formação de chorume, acarretando em perda de nutrientes por lixiviação (ORTOLAN, 2011).

3.8 ETAPAS DO PROCESSO DE COMPOSTAGEM

Os microrganismos exotérmicos liberam energia na forma de calor, esclarecendo o efeito do aquecimento natural nas pilhas/leiras de compostagem, e explicando a importância do controle térmico do processo. Quando os materiais mais facilmente decomponíveis se tornam escassos, a intensidade do processo diminui, até cessar, com o retorno às condições ambientais de temperatura, com o material bruto já transformado em húmus (REIS, 2003).

Reis (2003) propõe que durante o processo de compostagem é possível observar três fases: uma primeira inicial e rápida de fito toxicidade ou de composto cru ou imaturo, seguida de uma segunda fase de semicura ou bioestabilização, para atingir finalmente a terceira fase, a humificação, acompanhada da mineralização de determinados componentes da matéria orgânica. Como mostrado na Figura 2 às fases da compostagem relacionando a temperatura do composto no tempo.

Figura 2: Etapas do processo de compostagem



Fonte: ANDREOLI, 2001.

- A primeira etapa corresponde à decomposição dos componentes facilmente biodegradáveis, com o crescimento de microrganismos mesofílicos e a sua posterior diminuição, devido ao aumento da temperatura, resultado do processo de biodegradação;
- A segunda etapa, termofílica, a celulose e os materiais similares são degradados pela atividade fortemente oxidativa dos microrganismos, há o aumento elevado da temperatura e os organismos patogênicos são eliminados;
- A terceira etapa de maturação/estabilização é subdividida em dois períodos de resfriamento, e o processo atinge a fase de maturação ou cura, na qual ocorrem reações que levam à humificação.

O controle da umidade é indispensável na compostagem, pois para que o processo ocorra idealmente, é necessário o equilíbrio água - ar, mantendo-se com um teor de umidade da ordem de 55%, pois em umidades superiores a 60% ocorre a anaerobiose e a umidades inferiores a 40%, reduzem significativamente a atividade biológica (KIEHL, 1998).

Além disso, o excesso de umidade eleva a produção de chorume, e o composto com excesso de água tem a sua eficiência reduzida, perdendo seu valor

comercial, encarecer o transporte e produzir gases de odor desagradável (LIMA, 1995).

3.9 MATÉRIA ORGÂNICA E SUBSTÂNCIAS HÚMICAS DE COMPOSTOS

Segundo Demétrio (1988) a matéria orgânica se divide em dois tipos de substâncias, as húmicas e as não húmicas. As substâncias não húmicas abrangem aquelas com propriedades físicas e químicas ainda reconhecíveis. Já as substâncias húmicas, principal fração da matéria orgânica.

Durante o processo de maturação, a matéria orgânica se complexa, e substâncias húmicas vão sendo sintetizadas. Com isso, as substâncias húmicas são o estado final da evolução dos compostos de carbono (STEVENSON, 1994).

A maturação inacabada do material orgânico resulta em quantidades desproporcionais das frações de baixo peso molecular, a fração de ácidos fúlvicos. A fração de ácidos fúlvicos é elevada no início do processo de maturação, por ser a primeira a ser sintetizada (TOMATI et al., 2002).

3.9.1 As vantagens da utilização de compostos orgânicos

O processo de compostagem apresenta diversas vantagens, de acordo com Nascimento et al. (2005) essas vantagens se apresentam principalmente na "melhora da saúde do solo", onde, a matéria orgânica composta se liga às partículas ajudando na retenção e drenagem do solo melhorando sua aeração, desta forma aumenta a capacidade de infiltração de água, reduzindo a erosão, além de dificultar ou impedir a germinação de sementes de plantas invasoras.

Outra vantagem é o aumento do número de minhocas, insetos e microorganismos desejáveis, devido à presença de matéria orgânica, reduzindo a incidência de doenças de plantas, além de manter a temperatura e os níveis de acidez do solo, favorecendo a vida do solo, a reprodução de microorganismos promovendo benefícios às culturas agrícolas (MASNELLO, 2016).

Algumas vantagens já estudadas por diversos pesquisadores são de grande importância para a agricultura de um modo geral:

- Aumenta a capacidade de troca catiônica do solo;
- A matéria orgânica faz aumentar o seu poder tampão do solo, o que minimiza as variações na reação do solo provocadas por diversas causas;

- Aumenta a disponibilidade de retenção de água no solo, disponibilizando-a para as plantas;
- Aumenta o teor de M.O. no solo, extremamente importante para a renovação da vida do solo;
- Condiciona o solo, dando uma melhor estruturação e melhora o desenvolvimento do sistema radicular das plantas;
- Faz com que as águas pluviais sejam infiltradas no solo de forma mais lenta e sem a ocorrência de enxurradas que lavam o solo, tornando-o improdutivo;
- A compactação é atenuada, pois o efeito da M.O. é condicionador provocando um efeito amortecedor no solo e ainda com aeração promovida pela estruturação do solo;
- Ajuda no fornecimento de nutrientes para o solo, disponibilizando-os para a cultura instalada;
- A M.O. complexa e solubiliza alguns tipos de metais essenciais e também tóxicos para as plantas, diminuindo o efeito tóxico do alumínio;
- Aumenta a microbiota do solo que promovem uma atividade benéfica ao solo;
- Ajuda a manter o ecossistema equilibrado, diminuindo com isso a susceptibilidade ao ataque de doenças, pelo fato da atuação do controle biológico;
- Com a utilização de compostos orgânicos também é verificada uma mudança na composição das plantas daninhas.

As propriedades dos adubos orgânicos aparecem com maior ou menor intensidade dependendo das condições do solo, da natureza do resíduo e das condições climáticas locais. Um solo que seja muito deficiente de fósforo não terá grandes benefícios com a aplicação da matéria orgânica, a não ser que seja suplementado desse elemento. O mesmo aconteceria com um solo já muito rico em matéria orgânica (MASNELLO, 2016).

Deve-se planejar a adubação orgânica sempre num contexto em longo prazo, pois seus efeitos não são imediatos como no caso dos adubos minerais onde seus efeitos são notados mais precocemente.

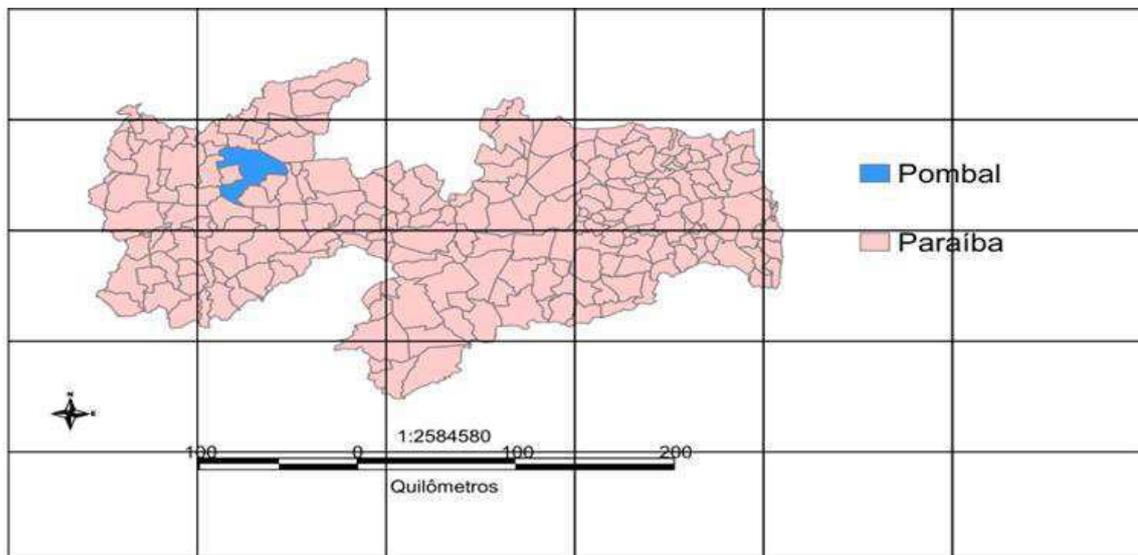
Nos compostos está presentes uma parte que se apresenta humificada, essa tem um efeito maior sob as propriedades químicas do solo; no caso da parte ainda não humificada atuam com reações nas propriedades físicas; as propriedades biológicas são influenciadas tanto pela parte humificada quanto pela fração não humificada.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

O presente estudo foi desenvolvido no Mercado Público do Município de Pombal. O município encontra-se no Estado da Paraíba, localizado na unidade geoambiental da Depressão Sertaneja, com a estimativa populacional para o ano de 2016 de 32.739 habitantes, sendo que 73,87% residem na zona urbana e apenas 26,13% na zona rural (IBGE, 2016). Apresenta uma paisagem típica do semiárido nordestino, inserido nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Piranhas, entre a sub-bacia do Rio Piancó e a região do Alto Piranhas, conforme mostrado na Figura 03.

Figura 03: Localização do Município de Pombal no Estado da Paraíba



Fonte: Autora, 2016.

4.1.1 Caracterização da área de estudo- Contexto Histórico

Em 1919, à medida que a esfera pública foi se estruturando, com o crescimento econômico e populacional da cidade, o então prefeito municipal, coronel João Vieira Queiroga, pensou na modernização e criação de um novo e mais amplo espaço público para servir de mercado, que oferecesse mais organização e conforto para a população local. A inauguração do Mercado Público ocorreu no dia 31 de dezembro de 1942. A população, finalmente pode usufruir da obra, plena, acabada como havia sido idealizado em 1919 (ABRANTES, 2009).

O Mercado Público no seu acabamento final estava composto dos pavilhões sombreados, destacando-se oito torres divididas por quatro portões de entradas, em madeiras de lei, com a inserção de grades e ferros fundidos. Na rusticidade de suas paredes construídas com tijolos prensados, sobressaía o frontispício, a modernização dos desenhos em alto relevo se harmonizava com arquitetura projetada, destacando-se também às claraboias – que serviam para ventilação e entrada de luz (ABRANTES, 2009).

O Mercado abria aos sábados, dia estabelecido por Lei Municipal para ocorrência da feira. A comercialização acontecia em sua na parte interna, quando se ofereciam os produtos básicos da produção agropecuária regional.

A falta de outro local mais apropriado, o Mercado ainda serviu para festas dançantes. Nos anos de 1970, sem nenhum critério de preservação, o poder público municipal concedeu o direito de algumas modificações na estrutura do prédio. Em suas laterais foram abertos diversos pontos comerciais para parte externa, comprometendo sua originalidade. Na parte interna, suas dependências foram modificadas, a cobertura e os velhos portões alterados, indevidamente (ABRANTES, 2009). A figura 04 apresenta a vista atual da entrada principal do mercado público do município de Pombal.

Figura 04: Mercado Público Municipal de Pombal-PB.

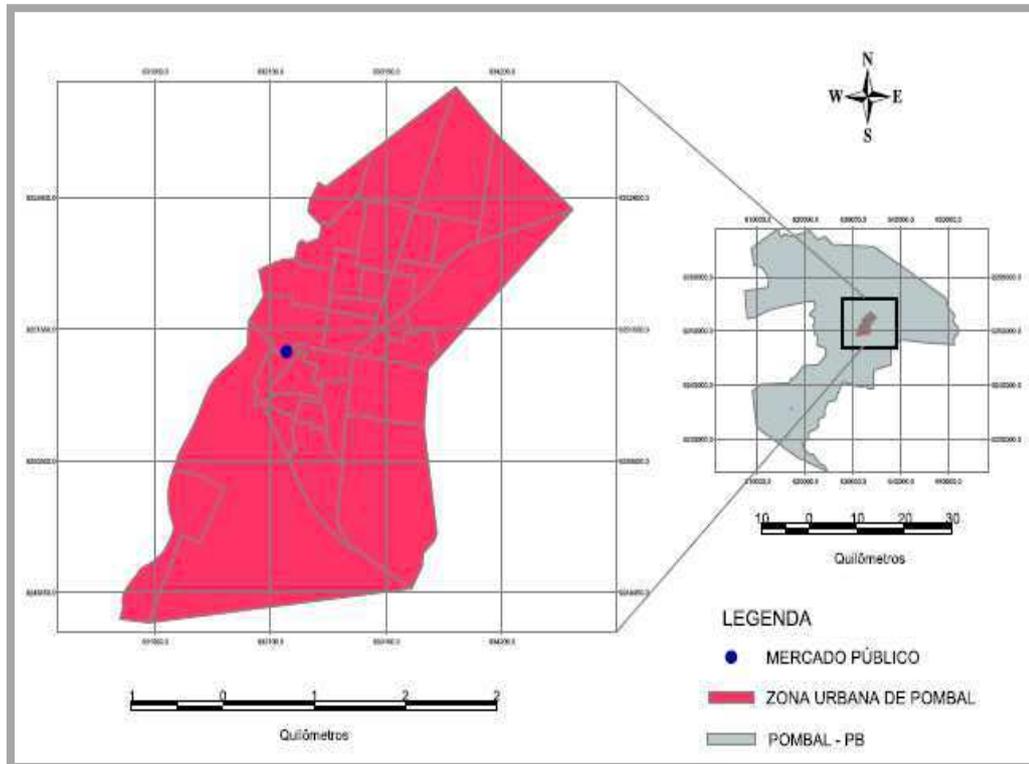


Fonte: Autora, 2016.

Na atualidade o estabelecimento abre seis dias da semana, exceto aos domingos, na parte interna, em suas dependências existe: 30 bancas e 20 boxes,

em suas laterais foram abertos diversos pontos comerciais. O Mercado Público está localizado no centro da cidade conforme apresentado na figura 05.

Figura 05: Localização do Mercado Público Municipal de Pombal-PB.



Fonte: Autora, 2016.

4.2 METODOLOGIA

O procedimento metodológico utilizado caracteriza-se por um estudo de caso com caráter de pesquisa exploratória, bibliográfica e documental. Segundo Dencker (2002), “a pesquisa exploratória procura aprimorar ideias ou descobrir intuições, envolvendo em geral levantamento bibliográfico, entrevista com pessoas experientes e análise de exemplos similares”.

Neste contexto, o trabalho é desenvolvido com o intuito de documentar as cenas do dia a dia do local de estudo. Utilizando o diálogo como ferramenta de interação social, para Haguette (1997) um “processo de interação social entre duas pessoas na qual uma delas, o pesquisador, tem por objetivo a obtenção de informações por parte do outro, o entrevistado”.

Segundo Marconi e Lakatos (2010) a pesquisa é um procedimento formal, com método de pensamento reflexivo, que requer um tratamento científico e se

constitui no caminho para se conhecer a realidade ou para descobrir verdades parciais, isso significa muito mais do que apenas procurar a verdade, mas é encontrar respostas para questões propostas, utilizando métodos científicos.

Esse estudo desenvolveu-se por meio de uma pesquisa aplicada na prática, com o objetivo de “contribuir para fins práticos, visando à solução mais ou menos imediata do problema encontrado na realidade” (GIL, 2010).

Na abordagem do problema, a pesquisa pode ser classificada como qualitativa, na análise e desenvolvimento da pesquisa, e quantitativa, com pesagens e utilização de planilhas eletrônicas, tabelas e gráficos.

Em relação aos objetivos da pesquisa, ela é exploratória, visando proporcionar uma maior familiaridade com o problema com vistas a torná-lo explícito, visando a descrição do setor de hortifrúti do mercado público de Pombal-PB, assim como o funcionamento do local, o descarte e o recolhimento dos resíduos sólidos orgânicos no estabelecimento.

A coleta dos dados foi realizada com base nas informações repassadas pelo os sujeitos participantes da pesquisa, os próprios feirantes do setor hortifrúti, que comercializam os produtos naturais no interior do mercado público, totalizando quinze participantes. Foram escolhidos por se tratarem das pessoas que dispõem das informações relevantes a essa pesquisa.

Para atingir os objetivos propostos foram desenvolvidos 4 tópicos, os quais estão expostos nos resultados descritos em tabela, gráficos, de forma detalhada. A metodologia incidiu em:

- a) Levantamento de dados e informações;
- b) Pesagem dos resíduos sólidos orgânicos;
- c) Montagem da pilha de compostagem;
- d) Análises físico/químicos do composto orgânico (húmus).

Devido à demanda de tempo para esta pesquisa, foi formada uma equipe que além do orientador e a pesquisadora, outros dois (02) alunos de graduação do curso de Engenharia Ambiental, voluntários, pertencentes ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande-Campus de Pombal, contribuíram na condução da coleta de dados e durante o período de pesagens dos resíduos orgânicos, além desses foi possível contar com o apoio técnico em compostagem de um funcionário da prefeitura de Pombal para a montagem da pilha de compostagem.

4.2.1 Levantamento de dados e informações

Todas as informações da pesquisa foram obtidas no setor hortifrúti do mercado público, para levantar os dados objetivou-se adquirir as informações referentes à: frequência de compra dos produtos, quantidade de resíduos gerados, separação dos resíduos, destinação dos resíduos, frequência de coleta, motivos do descarte dos resíduos.

Nesta fase inicial ocorreu o primeiro contato com o público alvo, buscou-se realizar um diagnóstico da situação em geral do mercado público de Pombal-PB.

Em primeiro momento os pesquisadores se detiveram ao método de observação, identificando as características gerais do ambiente e das instalações de cada feirante dentro do estabelecimento, como mostra a figura 6, além da observação, houve também o contato com os feirantes, com o intuito de obter informações sobre o funcionamento do empreendimento e das instalações físicas do mercado público.

Figura 06: A e B - Levantamento de dados realizados no setor hortifrúti do Mercado Público Municipal de Pombal-PB.



Fonte: Autora, 2016.

Em segundo momento foi possível uma maior interação com os feirantes, nessa fase buscou-se levantar algumas informações primordiais a pesquisa, como a quantidade de alimentos comercializados e a quantidade de resíduos sólidos orgânicos gerados no local, com o desígnio de conseguir informações sobre os tipos e a quantidade de resíduos produzidos, por semana, no mercado público.

Outra finalidade dessa abordagem foi de fixar a ideia do processo de compostagem, a produção de adubo por meio de resíduos sólidos orgânicos como alternativa para amenizar a problemática dos resíduos sólidos orgânicos dispostos de forma inadequada no meio ambiente.

As informações colhidas nessa fase foram registradas e alguns dados constituíram planilhas apresentadas nos resultados em forma de gráficos e analisados de forma descritiva.

4.2.2 Pesagem dos resíduos sólidos orgânicos

Essa fase quantitativa foi desenvolvida ao longo de quatro semanas, entre os meses de junho e julho de 2016, com a realização das pesagens diárias, exceto aos domingos, dos resíduos sólidos orgânicos produzidos no setor hortifrúti do mercado público de Pombal-PB.

Foram considerados para a pesagem os resíduos orgânicos provenientes do descarte diário de cada feirante. Com uma balança digital, iniciou-se a pesagem no dia 04 de julho de 2016, segunda feira, até o dia 30 de julho de 2016, sábado, totalizando quatro semanas de pesagem. As pesagens ocorriam no próprio estabelecimento, com o deslocamento da equipe para cada banca(s) de cada feirante, que totalizaram 15 feirantes, sendo feita a pesagem de forma discriminada entre cada vendedor.

O trabalho foi executado inicialmente buscando a identificação dos resíduos sólidos orgânicos, como apresenta a figura 7, os feirantes tem um conceito subjetivo formado sobre os resíduos orgânicos, pois esses se encontravam separados dos resíduos inorgânico, em nenhum momento foi identificado nos recipientes resíduos orgânicos resíduos de outras classes, por exemplo, papel, papelão, vidro, plásticos, etc.

Figura 07: C, D e E - Pesagem dos resíduos sólidos orgânicos do Mercado Público Municipal de Pombal-PB.



Fonte: Autora, 2016.

Os dados foram registrados em planilha Excel 2010, e depois de verificados os pesos diários de resíduo orgânico produzido, foram realizados uma média diária de produção.

4.2.3 Montagem da pilha de compostagem

Em seguida, após o período de pesagem, foi realizada a operação para montagem da pilha de compostagem, optou-se pelo processo de compostagem aeróbia pela simplicidade de operação e por se tratar de uma técnica já conhecida.

O experimento foi conduzido no pátio de compostagem anexo do Laboratório de Resíduos Sólidos (LABRES) da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal-PB, conforme orienta Teixeira (2002), o local para montagem das pilhas de matérias primas deve ser limpo e ligeiramente inclinado, para facilitar o escoamento de águas de chuva.

Para a montagem da pilha foi recolhida uma amostra de 96,4 quilos de resíduo orgânico proveniente do último dia de pesagem no mercado. A amostra foi formada por resíduos de todos os feirantes, a disponibilidade dos resíduos recolhidos foi equivalente à quantidade de resíduos que cada feirante produziu.

Iniciou-se a montagem através de camadas de palha (proveniente das gramíneas capinadas no campus) de 15 a 20 cm, colocando em seguida, uma camada de esterco bovino fresco de 10 cm (o esterco foi fornecido pela a secretaria

de meio ambiente do município), depois procede à irrigação sem deixar que haja escorrimento de água, logo após deposita-se uma camada do resíduo orgânico de 15 a 20 cm que foi previamente triturado.

Após o empilhamento desta camada, começa-se novamente a sequência dos materiais até que se atinja a altura de 1,20 m, de forma que a última camada seja revestida por esterco e irrigada para finalizar a montagem. Pode-se verificar na figura 8 a pilha de compostagem montada no formato cônica com dimensões aproximadas de 2,20 m de comprimento, 1,15 m de largura e 1,20 m de altura.

Figura 08: Pilha de compostagem.



Fonte: Autora, 2016.

Realizou-se durante todo o processo de compostagem o monitoramento da aeração da leira, o controle de umidade e a temperatura da leira, como mostra a etapa a seguir.

4.2.4 Análises físicas do composto orgânico

Durante o processo de compostagem foi realizado o monitoramento das propriedades físicas, acompanhado pelo o técnico do Laboratório de Resíduos Sólidos no Campus de Pombal-UFCG.

Os parâmetros monitorados durante todo o processo de compostagem foram: umidade, temperatura e aeração. As verificações destes parâmetros foram realizadas sempre às 08h 00 min da manhã para evitar a influência da temperatura ambiente na temperatura da pilha.

A temperatura foi verificada diariamente com o auxílio de um termômetro. A leitura era realizada em três pontos diferentes – topo, centro e base respectivamente – sendo considerada a média destas leituras.

A umidade foi verificada através do contato com o material, realizando o teste da bolota descrito por KIEHL (2012). Fez-se a determinação de umidade em análises quantitativas, que consistia em constatar se a massa da leira tinha um aspecto “úmido” ou seco, ou se estava com mau cheiro. A leira não poderia estar muito encharcada, pois, segundo Richard (2002) afetaria a porosidade e dificultaria a aeração, favorecendo a anaerobiose.

A medição da temperatura também influenciava na umidade, pois se a temperatura caísse durante a fase ativa do processo poderia ser um sinal de que a umidade estava baixa o processo de decomposição tinha cessado.

Para dar oxigenação à massa realizou-se revolvimento manual da leira com pá e enxada, com a transferência do material em decomposição de um lado para outro, a cada três dias ou sempre que necessário, a temperatura foi usada como parametro indicativo para o revolvimento da leira. O revolvimento proporciona a entrada de oxigênio no interior da mesma (GUERMANDI, 2015).

4.2.5 Análises químicas do composto orgânico

As análises químicas foram conduzidas no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas – LSNP da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal-PB. Quando o material atingiu a sua fase de estabilização (aproximadamente 120 dias), observou-se a formação de uma substância semelhante a “terra” que é o produto da compostagem, designado composto.

Após o composto concluído, a massa foi submetida ao método de quarteamento proposto por GÓES (2004) até a obtenção da amostra final, essa etapa de preparação, deve ser feita para melhor homogeneização da pilha de compostagem para coleta da amostra.

Logo após realizou-se o peneiramento do material compostado com peneira de 9 mm. O peneiramento tem a finalidade de diminuir as partículas, uniformizando a

granulometria do composto para uso em horta, jardinagem, produção de mudas, etc. De acordo com Kiehl (1995), um composto com granulometria entre 6 mm e 12 mm é muito atrativo aos agricultores.

No Laboratório a amostra foi preparada com um novo peneiramento com malha de 2 mm, secagem para eliminação da umidade em local coberto e moagem. Realizaram-se as análises conforme a metodologia proposta pela EMBRAPA (2009) para a determinação dos seguintes parâmetros:

Tabela 01: Variáveis analíticas analisadas no composto orgânico.

| Determinação | Elemento | Referencia |
|-------------------------------|-----------------|-------------------|
| Nitrogênio | <i>N</i> | |
| Fosforo | <i>P</i> | |
| Potássio | <i>K</i> | |
| Cálcio | <i>Ca</i> | EMBRAPA (2009) |
| Magnésio | <i>Mg</i> | |
| Relação C/N | <i>C/N</i> | |
| Condutividade elétrica | <i>C.E</i> | |
| pH | <i>pH</i> | |

FONTE: Embrapa (2009)

Conforme Brito (2008), a decomposição de qualquer material orgânico está diretamente relacionada com as suas características físicas, químicas e biológicas. Desta forma, uma mistura considerada ideal para produção de um composto consistir em misturar diferentes resíduos, com quantidades determinados de cada um dos resíduos na pilha, assim como o conhecimento adequado de cada um destes (FERNANDES; CHOIFI, 2010).

Para a produção de um composto de qualidade, são essenciais que se atendam os critérios e padrões de comercialização, com suas principais características e propriedades físico-químicas determinadas.

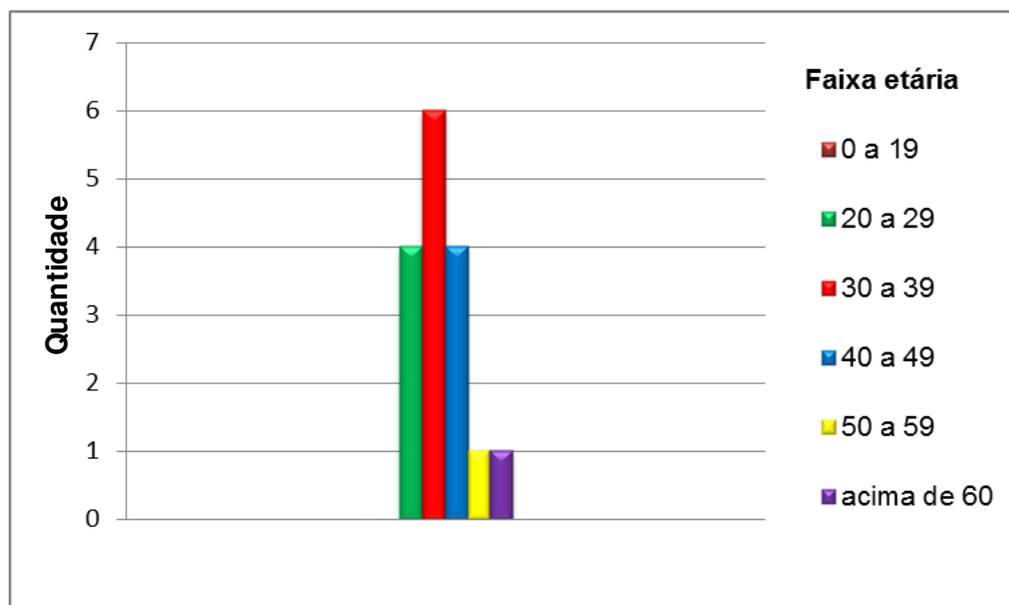
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 LEVANTAMENTO DE DADOS E INFORMAÇÕES

Com relação a idade dos feirantes, observou-se que há ausência de jovens na atividade do mercado público de Pombal, não existem feirantes com idade inferior a 20 anos de idade, e apenas dois com idade superior a 50 anos de idade como apresenta-se na Figura 09.

Além de não existir feirantes menores de idade, também não foi detectada nenhuma criança ou adolescente trabalhando ou prestando serviços aos feirantes do local. A Constituição Federal criou condições para a aprovação e sanção do Estatuto da Criança e do Adolescente ECRAD (Lei 8069, de 13/07/1990) que por sua vez estabeleceu em seu artigo 60: "É proibido qualquer trabalho a menores de quatorze anos de idade, salvo na condição de aprendiz" (MANUAL DE IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA ADOLESCENTE, 2012).

Figura 09: Faixa etária de idade dos feirantes do Mercado Público de Pombal-PB.

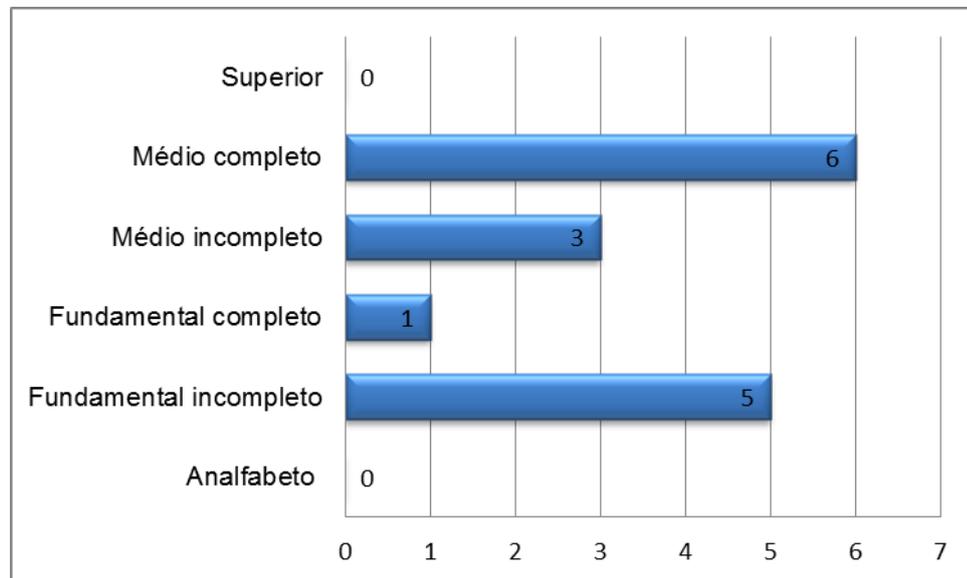


FONTE: Autora, 2016.

Quanto ao grau de instrução dos pesquisados observa-se que a maioria dos feirantes completaram o ensino médio, não existindo feirantes analfabetos. Porém, por ser uma atividade praticada há muitos anos e passada de geração a geração até o presente, o nível de escolaridade dos feirantes foi afetado, conforme se observa na Figura 10, essa mesma característica envolve o perfil dos feirantes que não

conseguiram ingressar no ensino superior. O grau de escolaridade mais comum entre os feirantes é o ensino médio.

Figura 10: Índice de Escolaridade dos Feirantes do Mercado Público de Pombal-PB.



FONTE: Autora, 2016.

5.1.1 Caracterização do local de estudo

As visitas de campo facilitaram a observação do local, o que possibilitou a pesquisadora obter um olhar mais crítico e analítico sobre o Mercado Público, ampliando o seu entendimento, para além da estrutura física do local, identificando o caráter participativo da pesquisa.

Através da análise das características do mercado foi possível observar as condições físicas e a manutenção deste. Ao compreender as características gerais do ambiente estudado, foi possível perceber que o local abriga estabelecimentos comerciais diversos, como lojas de artesanatos, temperos e especiarias naturais, além de restaurantes, mercearias e lojas de acessórios, entre outros como observado no Quadro 02.

Quadro 02: Características do Mercado Público de Pombal-PB.

| | |
|----------------------------|---|
| Do empreendimento | <ul style="list-style-type: none"> • Trata-se de uma agroindústria de alimentos que se encontra no centro de Pomba-PB. • O órgão responsável é a Prefeitura Municipal de Pombal; • O estabelecimento é fiscalizado pela vigilância sanitária municipal periodicamente; • Possui técnico responsável (porém não se apresentou); • Os funcionários não utilizam nenhum tipo de equipamento de proteção individual (EPI); • Possui alvará de funcionamento; • Os dias de funcionamento ocorrem da segunda ao sábado, das 05h00min horas até as 17h00min horas. |
| Das Instalações Físicas | <ul style="list-style-type: none"> • O local é coberto; • Com piso impermeabilizado; • Os feirantes não possuem câmara fria, porém fazem a utilização de geladeiras e/ou freezers, em boas condições de uso; • A iluminação é suficiente e se distribuem de forma natural e artificial; • A principal fonte de energia é a elétrica; • Não existem vestuários e armários para os funcionários; • Não existem instalações para serviços administrativos; • A fonte de abastecimento de água é a distribuída pela a companhia de agua e esgotos do estado (CAGEPA); • A média diária do consumo de água utilizada divide-se em dois momentos, de segunda a sexta o consumo de cada feirante ficou em média de 10 litros por dia, nos sábados, quando ocorre a lavagem das bancadas e dos boxes o consumo de agua fica em média de 50 a 80 litros de água por feirante. |
| Dos alimentos vendidos | <ul style="list-style-type: none"> • Nos tipos de alimentos comercializados estão presentes as frutas, legumes e verduras. Além de polpas de frutas; • A quantidade média de alimentos vendidos por semana, alguns feirantes variam de 100 kg a 300 kg por semana. Outros vendem valores e quantidades bem superiores ficando entre 300 kg a 3000 kg por semana; • Os alimentos vendidos no mercado são todos de procedência da região, adquiridos no próprio município, nos municípios vizinhos, além de outros centros de distribuição. |

FONTE: Autora, 2016.

Os observadores consideraram como os fatores mais precários: a falta de utilização de EPI's, a ausência de vestuários. Esses dois fatores podem influenciar diretamente na higiene dos alimentos, principalmente no momento da manipulação, a higiene no setor hortifrúti é um fator primordial e necessário para garantir a conservação e durabilidade dos alimentos para comercialização.

5.2 GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Um sistema de gerenciamento ideal é aquele que objetiva minimizar a quantidade gerada de resíduo, levando em conta o atendimento das necessidades sociais e buscando a sustentabilidade do sistema. Vinculado a isso, têm-se a utilização de processos de tratamento dos resíduos como a incineração, a reciclagem e a compostagem, a escolha de um método de disposição menos agressivo ao ambiente e de acordo com a situação do município e principalmente, a conscientização e participação efetiva da comunidade para garantir o sucesso gerenciamento (MAGALHÃES, 2008).

5.2.1 Acondicionamento

Dos tipos de resíduos produzidos no mercado público os de maiores percepção são os resíduos sólidos orgânicos, como frutas, legumes, e verduras.

Estes são separados de forma simples em secos e úmidos, e acondicionados em recipientes de plásticos, como baldes e bombonas.

A importância do acondicionamento adequado está em: evitar acidentes, evitar a proliferação de vetores, minimizar impacto visual e olfativo, reduzir a heterogeneidade bem como facilitar a etapa da coleta. Monteiro et al. (2001) enfatiza a que a qualidade da operação de coleta e transporte dos RS depende da forma do seu acondicionamento e armazenamento.

A escolha do recipiente mais adequado deve ser orientada em função da característica, da quantidade gerada de RS, da frequência de coleta, do tipo de edificação e do preço do recipiente (MORAES, 2011). Os resíduos devem ser colocados em recipientes que permitam o manuseio de uma quantidade acumulada, observam-se na figura 11 os recipientes mais utilizados pelos os feirantes do mercado público de Pombal-PB, apesar de a ilustração seguinte apresentar os recipientes sem tampas, pode-se afirmar que todos os recipientes encontrados no

setor estavam devidamente cobertos ou com tampas- as tampas foram retiradas com o proposito de mostrar as características dos resíduos acondicionados.

Figuras 11: F, G e H - Recipientes utilizados pelos os feirantes do setor hortifrúti para acondicionamento dos resíduos orgânicos.



FONTE: Autora, 2016.

O acondicionamento pode ser considerado adequado, pois está dentro dos critérios para evitar acidentes, evitar a proliferação de vetores, minimizar o impacto visual e olfativo e facilitar a realização da etapa da coleta (FURIAM, 2006).

5.2.2 Coleta e transporte

A etapa da coleta de RS significa recolher os resíduos acondicionados por quem o produz, para encaminhá-los por transporte apropriado, para tratamento e à disposição final (MONTEIRO et al., 2001).

A coleta seletiva ocorre de forma precária, pois é prejudicada por falta de recipientes apropriados para a separação e condicionamento dos resíduos, excetos os resíduos orgânicos que são destinados à alimentação animal, os quais são pré-separados pelos os feirantes e recolhidos e levados pelos coletores. Segundo Castilho Junior (2006) a coleta seletiva é essencial para o reaproveitamento adequado tanto da matéria putrescível dos resíduos (por meio da compostagem) quanto dos materiais reaproveitáveis (pela reciclagem).

O restante dos resíduos que não são aproveitados pelo os criadores de animais, é depositado em tambores de ferro (latões de lixo) de aproximadamente

200 litros, na parte externa do mercado público para o recolhimento e transporte pelo o sistema de limpeza urbana do município, que é realizada todos os dias.

Na figura 12 observam-se os resíduos gerais produzidos no mercado público, descartados de forma inadequada no lado externo do mercado, os latões além de inapropriados, por não conterem nenhuma forma de isolamento do lixo com variáveis externas, como variáveis climáticas, odores e vetores, não propicia a coleta seletiva e não permite que alguns materiais possam ser resgatados por catadores, pois são afetados pelas as condições de deterioração dos demais materiais permutados no mesmo recipiente.

Desta forma se faz necessário implantar uma gestão eficiente, para que o sistema de descarte ocorra de forma adequada, em lixeiras específicas para cada tipo de resíduo, que são diferenciadas pelas cores. Essas cores seguem um padrão internacional. A reciclagem é um conjunto de técnicas que tem por finalidade aproveitar os detritos e reincorporá-los no ciclo de produção. É o resultado de uma série de atividades, pela qual os materiais que se tornariam lixo ou estão no lixo, são desviados, coletados, separados e processados para serem usados como matéria-prima na manufatura de novos produtos (GUIA PARA GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS, 2010).

Figuras 12: I e G - Recipientes utilizados para o descarte dos resíduos do Mercado Público de Pombal-PB.



FONTE: Autora, 2016.

Os veículos utilizados para a coleta e transporte são do tipo compactador. Segundo Parra et al. (2010) A escolha do veículo para realização da coleta está condicionada aos seguintes fatores: quantidade de resíduos, forma de acondicionamento e condição de acesso ao ponto de coleta.

A coleta de resíduos e o seu transporte para tratamento ou disposição final são atividades do poder público local. O bom gerenciamento e otimização trazem economia significativa dos recursos públicos, além da satisfação da população. Entretanto, para que isso ocorra é necessário um fluxo permanente de informações que subsidiem seu planejamento e gerenciamento (PARRA et al., 2010).

5.2.3 Disposição final

A disposição final dos resíduos é o vazadouro a céu aberto (Lixão) do município. O lixão de Pombal-PB está localizado às margens da BR 230, à aproximadamente 400 m, e possui uma distância aproximada de 627 m da primeira edificação residencial, e bem próxima a açudes, rio e à estação de tratamento de esgoto – ETE (AZEVEDO, 2015).

Os resíduos sólidos depositados de forma inadequada sobre o solo encontram-se numa área útil com 12,2 ha, mas possuem resíduos espalhados formando um raio de alcance de 1.577 m, acarretando alterações significativas ao ambiente (AZEVEDO, 2015). Devido à proximidade do lixão com o rio existem grande chances de contaminação pelo carreamento de sedimentos e produtos altamente poluentes como o chorume.

Nos lixões, o resíduo coletado é lançado diretamente no solo sem qualquer controle ou cuidado ambiental, o que se torna altamente prejudicial à saúde pública e ao meio ambiente.

Em meio às opções de destinação final de resíduos sólidos, destacam-se: aterros sanitários, aterros controlados e lixões. Conforme a ABNT NBR 8.419 os resíduos sólidos urbanos devem ser dispostos em aterros sanitários, porém existem outras formas de disposição final inadequadas, como o lixão e o aterro controlado, que vem sendo praticadas no Brasil (ABNT, 1992).

Dentre os sistemas de disposição dos resíduos sólidos, são os que apresentam maiores preocupações, pois não apresentam nenhuma preparação do solo, assim o chorume, produzido pela putrefação de materiais orgânicos, penetra no solo contaminando o mesmo e o lençol freático além de facilitar a proliferação de

moscas, baratas, ratos e pássaros e a de pessoas que procuram, entre o lixo, o seu sustento (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2010).

5.3 PESAGEM DOS RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS

Ao longo de quatro semanas foi realizado o procedimento de quantificação dos resíduos orgânicos produzidos por quinze feirantes de boxes dentro do mercado público. Antes de encerrado o expediente, cada comerciante disponibilizava seus resíduos para serem submetidos à pesagem. Os valores adquiridos foram transcritos para o quadro 03, onde podemos observar os valores diários além do valor total pesado durante o levantamento.

Quadro 03: Pesagem dos sólidos orgânicos produzidos no Mercado Público de Pombal-PB.

| DIAS DA SEMANA | QUANTIDADE (kg) | | | | |
|----------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|
| | 1 ^a Semana | 2 ^a Semana | 3 ^a Semana | 4 ^a Semana | MÉDIA DIÁRIA |
| Segunda | 59,9 | 93,5 | 107,5 | 85,3 | 86,55 |
| Terça | 89,1 | 72,7 | 83,2 | 53,1 | 74,53 |
| Quarta | 65,8 | 62,8 | 88,4 | 78,6 | 73,9 |
| Quinta | 77,5 | 83 | 80,3 | 89,5 | 82,6 |
| Sexta | 88,6 | 84,3 | 76,6 | 84,9 | 83,6 |
| Sábado | 95,7 | 74,4 | 99,7 | 96,4 | 91,55 |
| TOTAL | 476,6 | 470,7 | 535,7 | 487,8 | = 1970,8 Kg |

FONTE: Autora, 2016.

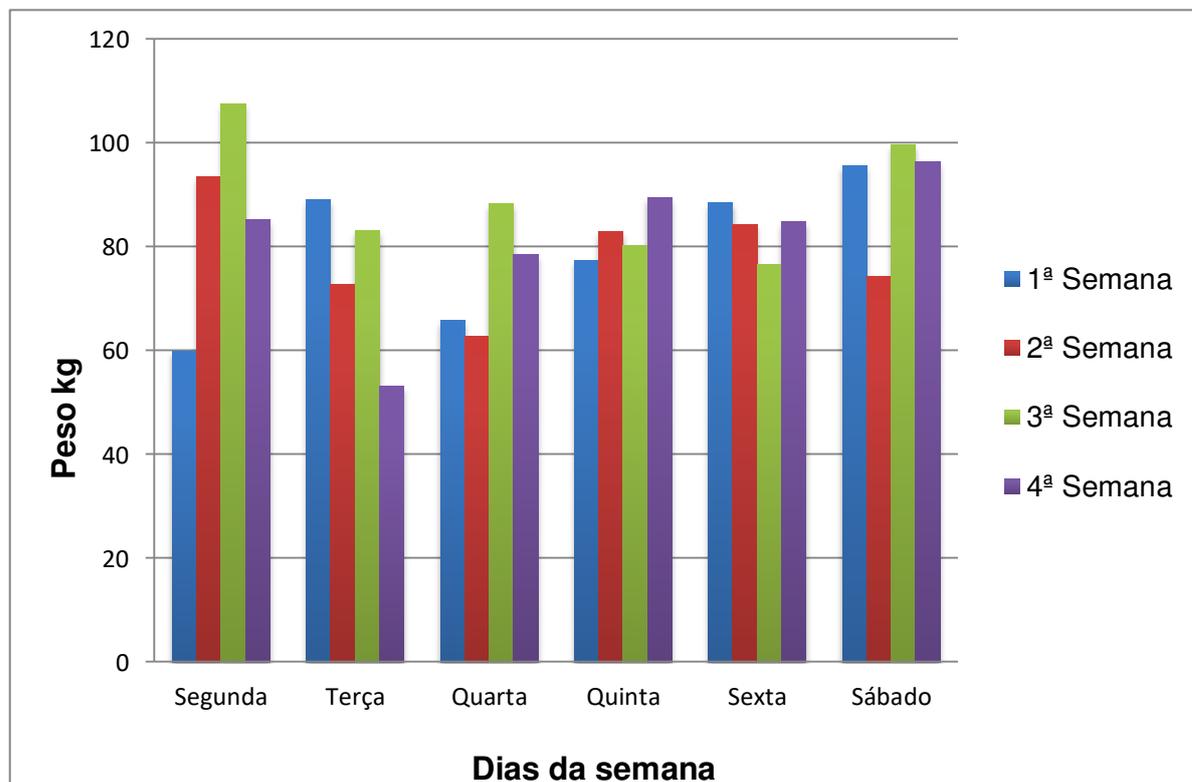
Depois de concluído o processo de pesagem pode-se notar que a cada dia foi gerados pelos estabelecimentos, uma média de 82,12 kg de resíduos. Parte dos resíduos sólidos gerados pelos feirantes do mercado público é coletado pelo serviço público de coleta regular do município, e destinados ao lixão municipal, onde serão posteriormente queimados. A queima dos resíduos no lixão de Pombal gera impactos ambientais para o município, como impactos visuais e risco de poluição/contaminação da população (ISMAEL, 2016).

Além dos problemas ambientais causados existe o problema do desperdício, o Brasil é um dos países do mundo que mais produz alimentos agrícolas e pecuária em contra partida é também uns dos que mais desperdiça, por ano são desperdiçados cerca de 1,4% de alimentos (PRIM, 2008).

Nos últimos anos, a geração de resíduos sólidos urbanos - RSU no Brasil vem sendo superior à taxa de crescimento populacional, sendo produzidos em média 201.058 toneladas por dia. Os sistemas de limpeza urbana coletam em torno de 181.288 toneladas de RSU por dia, o que representa 90,17% do total gerado. No entanto, a destinação inadequada cresceu 0,55% de 2011 para 2012, o que representa 23,7 milhões de toneladas de RSU dispostos em lixões e aterros controlados (ABRELPE, 2013).

Na Figura 13, podemos notar dentre os dias da semana os que mais se destacam na produção de resíduo orgânico foi nas segundas e aos sábados. Isso ocorre devido à limpeza dos boxes que são realizadas nesses dias, as mercadorias chegam às terças e quintas feiras, porém o sábado é o principal dia de comercialização dos produtos, devido à feira local.

Figura 13: Quantidade de resíduos orgânicos gerados no Mercado Público de Pombal-PB em quatro semanas.



FONTE: Autora, 2016.

Segundo Ismael (2016) além de impactos visuais e riscos de poluição e contaminação para a população, a destinação dos resíduos sólidos do município no lixão geram vários outros problemas. Quanto ao solo, por exemplo, pode-se perceber degradação do mesmo devido à deposição dos resíduos sem nenhum tratamento. Tal degradação pode ocasionar a poluição ou contaminação do solo pela produção de chorume (característicos dos resíduos orgânicos) e/ou presença de substâncias prejudiciais.

Os rejeitos depositados no solo geram gases, fumaça e odores desagradáveis, além de riscos à saúde pública a contaminações dos lençóis freáticos, das águas, do solo e do ar pelos lixões (Barros, 2012).

Fazer a gestão dos resíduos sólidos urbanos é imprescindível para a sustentabilidade dos recursos naturais, reciclando e reutilizando materiais para utilizar menor volume de recursos e destinar de maneira ótima os resíduos orgânicos, os quais ocasionam diversos problemas nos aterros a céu aberto, mas podem tornar-se alternativas ecológicas, podendo substituir o uso de fertilizantes químicos, podendo ser destinados à produção de alimentos orgânicos e outros usos agrícolas, trazendo melhorias para a estrutura do solo, com alta atividade microbiana e ciclagem de nutrientes.

A compostagem é uma forma de recuperar os nutrientes dos resíduos orgânicos e levá-los de volta ao ciclo natural, enriquecendo o solo para agricultura ou jardinagem. Além disso, é uma maneira de reduzir o volume de lixo produzido pela sociedade, destinando corretamente um resíduo que se acumularia nos lixões e aterros gerando mau cheiro e a liberação de gás metano (MMA, 2014).

5.4 MONITORAMENTO DA PILHA DE COMPOSTAGEM

5.4.1 Temperatura

Na análise do monitoramento da temperatura da pilha observou-se que, o processo desenvolveu-se idealmente durante os 120 dias de compostagem, indicando um bom desempenho dos microrganismos durante todo o processo.

De acordo com Bernal et al., (1998) foi possível observar, na Figura 14, as 4 (quatro) importantes fases da temperatura durante o processo de compostagem: Fase mesofílica – é a fase em que predominam temperaturas moderadas, até cerca

de 40 °C. Tem duração média de dois a cinco dias; Fase termofílica – quando o material atinge sua temperatura máxima (> 40 °C) e é degradado mais rapidamente. Esta fase pode teve a duração de cerca de 50 (trinta) dias, onde a temperatura permaneceu acima de 40 °C; Fase de resfriamento – é marcada pela queda da temperatura, com valores menores a 40 °C, essa fase durou cerca de 20 (vinte) dias, sendo observados valores mais próximos à temperatura ambiente; Fase da maturação – é o período de estabilização que produz um composto maturado, altamente estabilizado e humificado, pode-se denominar húmus.

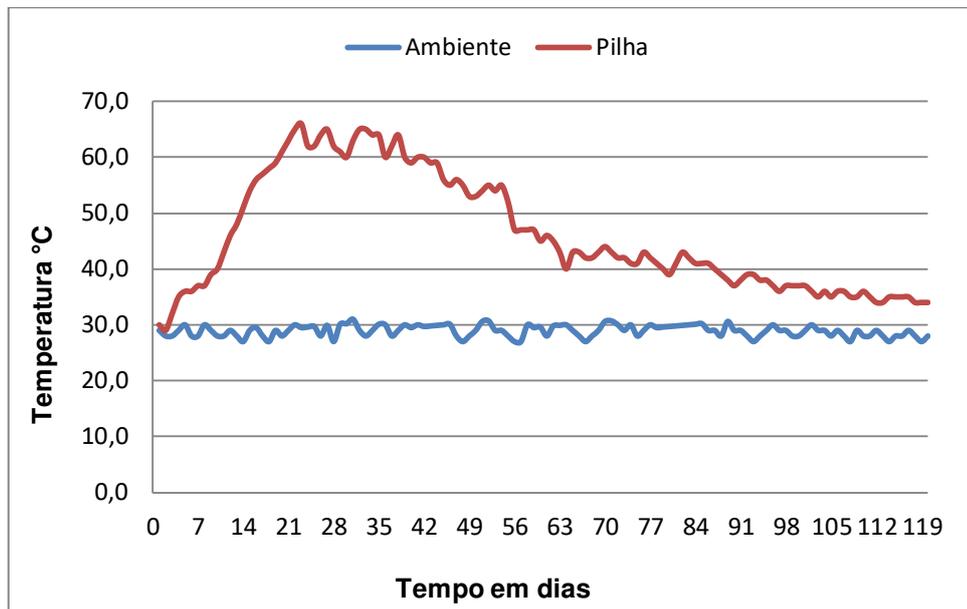
O composto estará curado, ou seja, pronto para o uso cerca de 120 – 150 dias após o início das operações. O composto curado (humificado) apresenta coloração escura, cheiro de bolor e consistência amanteigada, quando molhado e esfregado nas mãos. O produto final deverá ter no máximo 25% de umidade, pH superior a 6,0 e a relação carbono / nitrogênio (C/N) na faixa de 10/1 a 15/1 (BRUSCHI, 2002).

Segundo Pereira Neto (2007), quando os resíduos são empilhados inicia-se, através da flora mesofílica, o processo de degradação dos resíduos. A energia liberada na forma de calor fica retida na massa de compostagem ocasionando o aumento da temperatura. Com condições favoráveis (umidade, aeração, nutrientes etc.), os microrganismos mesofílicos multiplicam-se aumentando a atividade de degradação e, conseqüentemente, a temperatura atinge rapidamente a faixa termofílica. Isso pode ter ocorrido devido o acúmulo inicial de material (INÁCIO e MILLER, 2009).

Quando essas se encontram superiores a 40°C começam a predominar os microrganismos termofílicos, responsáveis pela decomposição acelerada da matéria orgânica. Nessa fase as temperaturas ultrapassaram os 55°C, promovendo a eliminação dos microrganismos patogênicos para os humanos ou para as plantas.

Acima dos 65 °C a maioria dos microrganismos serão eliminados, incluindo aqueles que são responsáveis pela decomposição, necessitando assim controlar as temperaturas com umidade e aeração mantendo a níveis desejados (OLIVEIRA et al, 2008). Após esta fase as leiras, diminuiu gradualmente a temperatura até atingir aproximadamente 34°C, permitindo a identificação da fase de estabilização do composto, pode ser observado na figura.

Figura 14: Evolução da temperatura da pilha de resíduos ao longo do processo de compostagem.



FONTE: Autora, 2016.

Estes resultados se assemelham aos observados por Silva (2005), que verificou para diversas pilhas de compostagem, um aumento brusco de temperatura nos primeiros dias. Segundo o autor, tal característica é um dos indicativos que a manufatura do composto está ocorrendo de forma adequada.

Durante o processo de compostagem foi possível observar as três fases distintas da degradação da matéria orgânica, caracterizadas por temperatura e umidade diferentes. A primeira, mesófila, com temperatura próxima ao ambiente, de 29 a 40 °C, onde o composto está cru ou imaturo (PACE et al., 1995; BUSNELLO et al., 2013). A segunda, termófila, onde ocorre a degradação da matéria orgânica com desprendimento de calor e temperaturas de 45 a 66 °C (BUSNELLO et al., 2013; PROSAB, 2014) e, por fim, a maturação final ou umidificação, onde ocorre a diminuição da atividade microbiana acompanhada da mineralização da matéria orgânica em temperaturas menores de que 40 °C (BUSNELLO et al., 2013; ANTONIO e DAMIÃO, 2014).

5.4.2 Aeração e Umidade

A dinâmica de aeração ocorreu e simultaneamente com o procedimento de aquosidade, ambos realizados manualmente. A aeração pelo método manual de reviramento, ao proceder a revolvimentos misturaram-se as camadas externas mais secas, com as camadas internas mais úmidas. A umidade foi conferida manualmente, onde a constatação do escorrimento de água ou esfarelamento da amostra alertava para a necessidade de diminuir ou aumentar a quantidade de água.

No início do processo buscou-se o equilíbrio água/ar permitindo que os valores de umidade fossem em torno de 55 %, umidades superiores a 60% levam a anaerobiose e inferiores a 40% reduzem significativamente a atividade microbiana (GUERMANDI, 2015).

No final do processo foi constatado através das análises laboratoriais valores de 23 % de umidade para o composto curado, atendendo assim a especificação do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, uma vez que ficaram abaixo do valor máximo permitido, estabelecidos na IN nº 25 de 23/07/09 (BRASIL, 2009).

Esse decaimento é importante, pois, durante o processo ocorre um grande desprendimento de vapor d'água provocado pela atividade metabólica dos microrganismos, efetivando a decomposição do resíduo (RAUT et al., 2007).

Os revolvimentos da massa auxiliam na umidade uniforme e acelera o processo biológico de decomposição de matéria orgânica, a água e o ar são imprescindíveis para as necessidades fisiológicas dos microrganismos (KIEHL, 1985).

Segundo Valente et al (2009) a aeração é o fator mais importante a ser considerado na decomposição da matéria orgânica, podendo influenciar em outros parâmetros como temperatura, velocidade de reação, umidade e velocidade de oxidação. É através do revolvimento que ocorre a oxigenação necessária para a atividade dos microrganismos na matéria orgânica.

A total atenção à umidade e monitoramento dos revolvimentos da massa asseguram a obtenção de um produto final estável e recondicionador do solo.

Com o termino dos procedimento separou-se por meio de peneiramento o composto de melhor qualidade, do rejeito, que representou cerca de 30% a 35% de rejeito. Finalizando todas as etapas, o composto curado (humificado) apresentou coloração escura, cheiro de bolor e consistência amanteigada, quando molhado e

esfregado nas mãos. que estão geralmente associados com a estabilidade, a maturidade e uma alta concentração de matéria orgânica (DIAZ et al., 2007).

5.5 ANÁLISES QUÍMICAS DO COMPOSTO ORGÂNICO

As análises químicas do composto orgânico desenvolvidas no Laboratório de nutrição de plantas da UFCG – Campus: Pombal. Para isso, foi retirada uma amostra para determinar os seguintes parâmetros apresentados na tabela 2, onde foi possível encontrar alguns macronutrientes na amostra do composto final (120 dias).

O potássio e o nitrogênio foram os elementos que apresentaram maior concentração, A adição do inoculante esterco bovino pode ter sido o fator que favoreceu o aumento da concentração desses elementos no composto estabilizado e no composto final. Os dados obtidos foram comparados com o padrão de comercialização estabelecido pela Portaria Nº 25, de 23 de julho de 2009 - MAPA (BRASIL, 2009). De acordo com o estabelecido pela portaria, o nitrogênio total deve ser maior que 1%, desta forma o nitrogênio encontrado no composto final atendeu a especificação do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Ao lado do nitrogênio, o potássio é um dos elementos mais extraídos pelas plantas e sua deficiência ocasiona reduções no crescimento. Em quantidades adequadas, o potássio desempenha várias funções na planta, tais como: controle da turgidez celular, ativação de enzimas envolvidas na respiração e fotossíntese, regulação dos processos de abertura e fechamento de estômatos, transporte de carboidratos, transpiração, resistência à geada, seca, salinidade e às doenças; aumentar a resistência ao acamamento, além de estar diretamente associado à qualidade dos produtos agrícolas (MALAVOLTA, 1980; MARSCHNER, 1995; DAVIS ET AL., 1997).

O fósforo é constituinte de ácidos nucleicos, fosfolipídios, estando envolvido também na regulação da fotossíntese e respiração. É essencial para a boa formação de sementes e frutos. Está presente, também, nos processos de transferência de energia e o seu suprimento adequado, desde o início do desenvolvimento vegetativo, é importante para a formação dos primórdios das partes reprodutivas (PEREIRA; FONTES, 2005).

A presença do cálcio é importante, pois é o responsável pela estabilidade estrutural e fisiológica dos tecidos das plantas, juntamente com outras substâncias,

ele regula os processos de permeabilidade das células e tecidos. O cálcio é um elemento pouco móvel na planta, por isso a ausência do cálcio causa os sintomas de deficiência que aparecem nas folhas jovens. Essas folhas normalmente são menores do que as normais, com a superfície entre as nervuras cloróticas, com pintas necróticas e tendência a se encurvarem para baixo.

A presença do Magnésio se faz necessário na ativação de várias enzimas e na estabilidade de ribossomos, ele também é um componente do pigmento de clorofila. Mais de 300 enzimas são influenciadas pelo magnésio. O magnésio é um elemento móvel na planta, por isso os sintomas de deficiência aparecem nas folhas maduras. Essas folhas apresentam a superfície entre as nervuras cloróticas, que com o agravamento da deficiência vão ficando amareladas, no entanto as nervuras permanecem verdes.

Tabela 02: Nutrientes analisados no composto orgânico

| Macronutrientes | Concentração |
|------------------------|-----------------------------|
| <i>N</i> | 1,4 % |
| <i>P</i> | 91 mg/dm ³ |
| <i>K</i> | 35,61 cmolc/dm ³ |
| <i>Ca</i> | 2,8 cmolc/dm ³ |
| <i>Mg</i> | 5,3 cmolc/dm ³ |

FONTE: Autora, 2016

O composto estará curado, ou seja, pronto para o uso cerca de 120 – 150 dias após o início das operações. O produto final deverá ter no máximo 25% de umidade, pH superior a 6,0 e a relação carbono / nitrogênio (C/N) na faixa de 10/1 a 15/1 (BRUSCHI, 2002). A Tabela 03 expõe as características químicas do composto orgânico quanto a condutividade elétrica, o pH e a relação C/N.

Tabela 03: Características químicas analisadas no composto orgânico

| Parâmetros | Valores |
|-------------------|----------------|
| <i>C.E</i> | 2,35 ds/m |
| <i>pH</i> | 7,33 |
| <i>C/N</i> | 7/1 |

FONTE: Autora, 2016

A condutividade elétrica é outro indicador do grau de maturação do fertilizante a ser considerado, o qual não deve ultrapassar $4000 \mu\text{s.m}^{-1}$ (KIEHL, 1998). Os valores são um indicativo de salinidade, Isso devido à fração mineral total que aumenta durante o processo de maturação do fertilizante, enquanto a condutividade elétrica (presença de sais) diminui. De acordo com a Tabela 3, é possível observar que a condutividade elétrica do composto orgânico se encontra dentro da faixa tolerada com um valor de $2,35 \text{ ds/m}$ ou $(2,35 \times 1000 = 2.350 \mu\text{s.m}^{-1})$.

No que se refere à relação C/N, pode-se perceber que os resultados observados na Tabela 3 atenderam a exigência estabelecida pela legislação, que é de no máximo 18:1, demonstrando a eficiência dos microrganismos na degradação da matéria orgânica (BRASIL, 1983).

Segundo D'Almeida e Vilhena (2000) a relação C/N, adequada para aplicação do composto na agricultura deve ser, no máximo, de 18/1, sendo que esse valor indica que o composto está semicurado. Quando o valor é inferior a 12/1, o resíduo é considerado curado. Assim, com os parâmetros finais, foi possível dizer que os ensaios experimentais produziram um composto orgânico que pode ser considerado curado. A quantificação das frações é um indicador do grau de maturação do composto e por isso da sua qualidade. As substâncias húmicas informam sobre os processos que regulam ou determinam os benefícios que o fertilizante promoverá no solo e nas plantas (DIAS, 2005).

Com relação ao comportamento do pH apresentou um aspecto de quase neutralidade. De acordo com Brito (2008) na primeira fase da compostagem os microrganismos que predominam são os mesofílicos (25 a 45°C), esses microrganismos atacam as substâncias mais facilmente degradáveis, como carboidratos simples e nitrogenados solúveis, gerando ácidos orgânicos simples, o que resulta numa redução do pH. Na segunda fase, a intensidade das reações químicas e a temperatura diminuem, pois as substâncias de rápida decomposição vão se esgotando. A temperatura diminui até atingir a ambiente e o pH se torna aproximadamente neutro.

Caso sejam aplicados no solo resíduos orgânicos frescos ou compostos imaturos (ainda não estabilizados) ocorre uma rápida decomposição que pode gerar alta concentração de CO_2 , baixos níveis de O_2 , o qual pode levar à deficiência de O_2 na rizosfera e, conseqüentemente, condições anaeróbias e redutoras no solo. A alta atividade microbiana também pode promover a degradação da matéria orgânica

inerente ao solo. O nitrogênio inorgânico (N – inorgânico) pode ser imobilizado através de sua incorporação nas células microbianas, tornando-se temporariamente indisponível às plantas. Produtos intermediários da degradação da matéria orgânica, como ácidos voláteis, álcoois e fenóis, são tóxicos para as plantas e as condições redutoras podem solubilizar metais tóxicos no solo (BERNAL et al., 1998a; BERNAL et al., 1998b; PROVENZANO et al., 2001; RIVERO et al., 2004).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após análises dos resultados obtidos é possível afirmar que os objetivos propostos foram alcançados. Constatou-se que no Mercado Público de Pombal-PB existem falhas no sistema de gerenciamento dos resíduos sólidos orgânicos. Pode-se verificar que os locais de acondicionamento dos resíduos são adequados, no entanto, parte dos resíduos orgânicos produzidos por outros setores do mercado público são depositados de forma inadequada no exterior do local comprometendo a qualidade e a eficiência da coleta seletiva. Além disso, as destinações finais dos resíduos ocorrem indiscriminadamente, estes são coletados pelo sistema municipal de coleta de lixo seguem sendo descartados no lixão da cidade. Desta forma é necessário elaborar um plano de gerenciamento dos resíduos sólidos do mercado público de Pombal-PB, onde o setor de descarte dos resíduos sólidos seja priorizado, proporcionando a reciclagem e uma coleta seletiva eficiente, evitando que os resíduos orgânicos tenham destino final inadequado. É necessário à implementação de práticas educativas, com realizações de campanhas para ampliar a consciência dos feirantes e consumidores sobre o desperdício, buscando alternativas para aproveitamento dos alimentos. Nesse contexto a compostagem surge como um tratamento adequado e economicamente viável, uma vez que por meio dos valores adquiridos nas análises físicas e químicas foi possível avaliar a qualidade final do composto orgânico produzido, apresentando-se como uma solução viável com a disposição final ambientalmente correta, de fácil realização, e fácil manuseio para a produção do composto orgânico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT 2004 – **Resíduos Sólidos Classificação.**

ABRANTES, V. **90 anos do mercado público de pombal.** Portal Clemildo, comunicações e rádio. 2009. Disponível em: <<http://clemildo-brunet.blogspot.com.br/2009/01/90-anos-do-mercado-publico-de-pombal.html>> Acessado em 04/08/2016.

ABRELPE. **Panorama do Resíduo sólido gerado no Brasil em 2013.** <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2013.pdf>. Acesso em 28/01/ 2017.

ALVES, R. O. **Análise da viabilidade econômica da implantação de uma indústria de reciclagem de embalagens e PET na região de Ouro Preto.** Monografia de Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Ouro Preto, dez, 2003.

ALVES, W.L. **Compostagem e vermicompostagem no tratamento do lixo urbano.** Jaboticabal: FUNEP, 1996. 47p.

ANDERSEN, J. K.; BOLDRIN, A; CHRISTENSEN, T. H.; SCHEUTZ, C. 2010. **Greenhouse gas emissions from home composting of organic household waste.** Waste Management, v. 30, p. 2475–82.

ANTONIO, N. W. E.; DAMIÃO, C. D. 2014. **Variação da temperatura na compostagem de resíduos sólidos orgânicos.** 8p. Disponível em:< <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/resisoli/mexico/03458p04.pdf> >. Acessado em: 10/01/2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.007: Amostragem de Resíduos Sólidos.** Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: < <http://pt.scribd.com/doc/45909538/NBR-10007-Amostragem-de-Residuos>>. Acesso em 30/01/ 2017.

AMBIENTE BRASIL. **Redação Ambiente Brasil.** Disponível em: <http://ambientes.ambientebrasil.com.br/residuos/coleta_e_disposicao_do_lixo/usina_s_de_compostagem_de_lixo_no_brasil.html> Acessado em 05/12/2015.

AMORIM, A.C., **Caracterização dos dejetos de caprinos: reciclagem energética e de nutrientes.** 2002. 113 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal).

Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

APPELS, L., BAEYENS, J., DEGRÈVE, J. *et al.*, 2008, “**Principles and potential of the anaerobic digestion of waste-activated sludge**”, *Progress in Energy and Combustion Science*, v. 34, pp. 755-781.

AZEVEDO P.B; LEITE J. C. A; Oliveira W. S. N; SILVA F. M; Ferreira P. M. L; Diagnóstico da degradação ambiental na área do lixão de Pombal – PB. **Revista Verde (Pombal - PB - Brasil)** v. 10, n.1, p. 20 - 34, jan-mar, 2015.

BARROS, R. T. V. et al. **Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios**. Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte - MG, 2003, 221p.

BARROS, R. T. V.; **Elementos de gestão de resíduos sólidos**. 2012. Pag 76, 301.

BENTO, A. L.; TORRES, F. L.; LEMES, R. R.; MAGALHÃES, T. A. **Sistema de Gestão Ambiental para Resíduos Sólidos Orgânicos**. UNIFAL, 2013.

BERNAL, M. P.; SÁNCHEZ–MONEDERO, M. A.; PAREDES, C.; ROIG, A. **Carbon mineralization from organic wastes at different composting stages during their incubation with soil**. *Agriculture Ecosystems & Environment*, v. 69, p. 175-189, 1998a.

BERNAL, M. P.; NAVARRO, A. F.; SÁNCHEZ–MONEDERO, M. A.; ROIG, A.; CEGARRA, J. **Influence of sewage sludge compost stability and maturity on carbon and nitrogen mineralization in soil**. *Soil Biology & Biochemistry*, v. 30, n. 3, p. 305-311, 1998b.

BETTIOL, W; CAMARGO, O. A. **Impacto ambiental do uso do lodo de esgoto**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2000. 312 p.

BIDONE, F. R. A.; **Conceitos básicos de resíduos sólidos**. 1999. Pag 20, 29.

BUSNELLO, F.; KOLLING, D. F.; MOURA, L. C.; DALLA COSTA, R. 2013. **pH e granulometria no processo de compostagem aeróbica utilizando lodo de esgoto associado a diferentes fontes de resíduos**. In. VIII Congresso Brasileiro de Agroecologia, Porto Alegre: v. 5. p. 1–6.

BLEY Jr, Cícero. **Usinas de lixo no Brasil – Gerenciamento Atual e Perspectivas.** Revista Limpeza Pública, São Paulo: ABLP, n. 40, p. 11-19, jan./fev./mar. 1993.

BRAGA M. C & DIAS C. N.; **Gestão de Resíduos Sólidos Urbano volume I.** Curitiba, 2008.

BRASIL. Normas sobre especificações, garantias, tolerâncias e procedimentos para coleta de amostras de produtos e modelos oficiais a serem usados pela inspeção e fiscalização de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes. **Portaria nº 01, de 04 de março de 1983.** Brasília-DF: Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, 1983.

BRASIL. **Lei N° 12.305**, de 2 de Agosto de 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 25, de 23 de julho de 2009.** Brasília, DF: Congresso Nacional, 2009.

BRASIL. Lei Federal nº 6984, 16 de Dezembro de 1980. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil.** Poder Executivo, Brasília, DF, 16 dez. 1980.

BRASIL. Instrução Normativa nº 10/2004. **Diário Oficial [da] União Federativa do Brasil.** Poder Executivo, Brasília, DF, 12 mai. 2004.

BRASIL. Instrução Normativa DSA nº 25/2009. **Diário Oficial [da] União Federativa do Brasil.** Poder Executivo, Brasília, DF, 23 set. 2009.

BRASIL. Instrução Normativa DSA nº 27/2006. **Diário Oficial [da] União Federativa do Brasil.** Poder Executivo, Brasília, DF, 09 jun. 2006 a.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 357/2006. **Diário Oficial [da] União Federativa do Brasil.** Poder Executivo, Brasília, DF, 30 ago. 2006b.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 307/2002. **Diário Oficial [da] União Federativa do Brasil.** Poder Executivo, Brasília, DF, 5 jul. 2002.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente nº 431/2011. **Diário Oficial [da] União Federativa do Brasil.** Poder Executivo, Brasília, DF, 24 mai. 2011.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes minerais, orgânicos, organominerais e corretivos. **Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária**. Brasília. 141p. 2007.

BRASIL, Ministério da Justiça. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Poder Executivo, Brasília, DF, 2010.

BLEY Jr., Cícero. A Gestão de Resíduos Sólidos Orgânicos - Compostagem. In: ENCONTRO NACIONAL DE LIMPEZA PÚBLICA, 1998, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABLP, p. 81-95, 1998.

BRITO, M. J. C., (2008), **Processo de compostagem de resíduos urbanos em pequena escala e potencial de utilização do composto como substrato**, Dissertação de M. Sc., UNIT, Aracajú, SE, Brasil.

BRUSCHI, DENISE M. et al. **Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios**; v.1-3.ed. - Belo Horizonte: FEAM, 2002. 114 p.;

CASTILHO JUNIOR, Armando. **Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos com ênfase na proteção de corpos d'água**: prevenção, geração e tratamento de lixiviados de aterros sanitários. Rio de Janeiro: ABES, 2006. 464 p. (Projeto PROSAB). Disponível em: <http://www.finep.gov.br/prosab/livros/Prosab_lixo.zip>. Acesso em 28/01/2017.

CERQUEIRA, L. e Alves, Francisco. "**Incineração e Co-Processamento - Alternativa para a gestão de resíduos perigosos**", **Saneamento Ambiental**, n.º 59, Julho / Agosto, 1999.

COSTA. P. **Revista Senac E Educação Ambiental**, Ano 18, n.1, janeiro/junho de 2009, pág., 26.

CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE (1996). **RESOLUÇÃO Nº 196 DE 10 DE OUTUBRO DE 1996** versão 2012. Disponível em: <http://conselho.saude.gov.br/web_comissoes/conep/aquivos/resolucoes/23_out_ver_sao_final_196_ENCEP2012.pdf> Acessado em: 02/08/2016.

CRAUL, P.J.; SWITZABAUM, M.S. Developing biosolids compost specifications. **Biocycle**, v.37, p.44-47, 1996.

CHEFETZ, B., CHEN, Y. & HADAR, Y. Purification and characterization of laccase from *Chaetomium thermophilum* and its role in humification. **Applied and Environmental Microbiology**. 64: 3175-3179, 1998.

D'ALMEIDA, M. L. O., VILHENA, A, 2000: **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento de Resíduos**. 2a edição. São Paulo: IPT/CEMPRE.

DAVIS RM; SUBBARAO KV; RAID RN; KURTZ EA. 1997. **Compendium of lettuce diseases**. California: Academic Press. 79p.

DEMÉTRIO, R. **Efeitos da aplicação de matéria orgânica sobre a biomassa – C microbiana do solo e o crescimento e absorção de nitrogênio em milho (Zea mays L.)**. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Itaguaí, RJ. 1988.

DIAS, B. O. Estoque de carbono e quantificação de substâncias húmicas de latossolo sob aplicação continuada de lodo de esgoto. **Caracterização da matéria orgânica de latossolo sob aplicação continuada de lodo de esgoto**. 2005. Cap. 2, p. 19-47. Dissertação (Mestrado em solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 2005.

DO NASCIMENTO, Adelina M. (et. al). Química e Meio Ambiente: Reciclagem de lixo e química verde: papel, vidro, pet, metal, orgânico. Secretaria de Educação: **Curso Formação Continuada Ciências Da Natureza, Matemática E Suas Tecnologias**, 2005.

FECAP – Biblioteca Paulo Ernesto Tolle. **Manual abnt**: regras gerais de estilo e formatação de trabalhos acadêmicos. Organizado por: Gisele Ferreira de Brito, Vania Picanço Choi, Andreia de Almeida. 4ª edição. Revisada e Ampliada - São Paulo, SP, 2014

FERNANDES, F. J.; CHOEFI, F. M. Determinação da mistura ótima para compostagem de dejetos suínos utilizando maravalha de madeira. **Revista Agrogeoambiental**, v. 2, n. 1, p. 109-116, abr. 2010.

FILHO, Severino Alves de Lucena. **Azulão do Bondapé: uma estratégia de comunicação organizacional**. Recife/PE: Ed do autor, 1998

FURIAM, M. S.; GÜNTHER, R. W. Avaliação da educação ambiental no gerenciamento dos resíduos sólidos no campus da universidade estadual de feira de Santana. **Sitientibus**, Feira de Santana, n.35, p.7-27, jul./dez. 2006.

GALVÃO JUNIOR, A.C. **Aspectos operacionais relacionados com usinas de reciclagem e compostagem de resíduos sólidos domiciliares no Brasil.** São Carlos, 1994. 113p. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

GIL, A.C. (2010). **Como elaborar projetos de pesquisa.** 5. ed. São Paulo: Atlas.

GUERMANDI J. I; **Avaliação dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos dos fertilizantes orgânicos produzidos pelas técnicas de compostagem e vermicompostagem da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos coletados em estabelecimentos alimentícios de São Carlos/SP.** Dissertação (engenharia Hidráulica e Saneamento) – Escola de engenharia de São Carlos, São Carlos, SP. 2015.

GUIA PARA GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS - Campus “Luiz de Queiroz”: saiba o que fazer para reduzir, reutilizar e encaminhar resíduos / coordenação de Ana Maria de Meira ... [et al.] . - - Piracicaba: **Serviço de Produções Gráficas**, 2010.

HAGUETTE, Teresa Maria Frota. **Metodologias qualitativas na Sociologia.** 5ª edição. Petrópolis: Vozes, 1997.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico; Tabela 109 - 2000.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/pnsb/lixo_coletado/lixo_coletado109.shtm> Acessado em 05/07/2016.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades@, 2016.** Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=251210>> Acessado em 27/10/2016.

INÁCIO, C. T.; MILLER, P. R. M. **Compostagem:** ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2009. 156 p.

IPT/CEMPRE. **Lixo Municipal: manual de gerenciamento integrado.** 1.ed. São Paulo: Instituto de Pesquisa Tecnológicas/IPT, 2000.

JAKOBSEN, S. T. 1995. **Aerobic decomposition of organic wastes 2: Value of compost as a fertilizer.** Resources, conservation and recycling. v. 13, p. 57–71.

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

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

KIEHL, E. J. 2012. **Manual de Compostagem: Maturação e Qualidade do Composto**. 4. ed. Piracicaba: 171p.

LIMA, L. M. Q. **Lixo - Tratamento e Biorremediação**. Hemus Editora Limitada. São Paulo, Brasil, 1995.

MAGALHÃES, D. N. **Elementos para o diagnóstico e gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos do município de dores de campos – MG**. 2008. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Especialização em Análise Ambiental) – Universidade Federal de Juiz de Fora, 2008.

MALAVOLTA E. 1980. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres. 251p

MANUAL DE ANÁLISES QUÍMICAS DE SOLOS, PLANTAS E FERTILIZANTES / EDITOR TÉCNICO, Fábio Cesar da Silva. - 2. ed. rev. ampl. - Brasília, DF: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2009.

MANUAL DE IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA ADOLESCENTE APRENDIZ : vida profissional : começando direito / **Conselho Nacional do Ministério Público**. – Brasília : CNMP, 2012. Resolução nº 76/2011 – CNMP. 2. I. Brasil. Conselho Nacional do Ministério Público.

MANTOVANI, C. Mario; ARANTES, Paula. **Turismo sustentável**; Almanaque Brasil Socioambiental. ISA, São Paulo, 2007 p. 469-474.

MARCONI, M.A., LAKATOS, E.M. (2010). **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. Atlas. São Paulo.

MARSCHNER H. 1995. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press. 889p

MASNELLO, O. D. **Adubação orgânica, vantagens e desvantagens**. 2016. Disponível em: <https://gespianos.wordpress.com/2016/06/28/adubacao-organica-vantagens-e-desvantagens/>. Acessado em: 30/01/ 2017.

MELO, Danilo Mesquita; GUSMÃO, Sérgio Antônio Lopes de. **Efeitos da adubação com composto orgânico aeróbio e anaeróbio, provenientes de resíduos de feira, na produção de alface cv. verônica**. IV Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Salvador/BA, 2013.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. **Manual para implantação de compostagem e de coleta seletiva no âmbito de consórcios públicos**. Brasília/DF, 2010.

MONTEIRO, J. H. P. et al. **Manual do gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001.

MORAES, Eliane. **Diagnóstico da gestão de resíduos sólidos urbanos de sete municípios da região metropolitana de Maringá, Paraná**. 2011. 139 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2011. Disponível em: <<http://www.peu.uem.br/Discertacoes/Eliene.pdf>>. Acesso em 22/12/2016.

Norma ABNT NBR 8419/1984. Disponível: <<http://www.abesdn.org.br/publicacoes/engenharia/resaonline/v12n01/090%2005v.pdf>>;

OLIVEIRA et al.,2008. **Compostagem**. Piracicaba- São Paulo. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Compostagem_000fhc8nfqz02wyi v80efhb2adh37yaw.pdf>. Acesso em: 08/01/2017.

ORTOLAN, Carlos Henrique Stocco. **Compostagem dos Resíduos da FCT/UNESP de Presidente Prudente –SP** / Carlos Henrique Stocco Ortolan, Murilo Tomazini Munhoz Moya. Presidente Prudente : [s.n], 2011.

PACE, M. G.; MILLER, B. E.; FARRELL-POE, K. L. 1995. **The Composting Process**. All archived publications. v. 48, p. 1–3.

PAIXÃO R. M.; SILVA L. H. B. R.; TEIXEIRA T. M. Análise da Viabilidade da Compostagem de Poda de Árvore no Campus do Centro Universitário de Maringá – CESUMAR. VI Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação Científica. **Anais....** ISBN

978-85-8084-4139, 23 a 26 de outubro de 2012. Disponível em:
<http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/mostras/vi_mostra/rebecca_manesco_paixao_1.pdf> Acesso em: 08/11/2016.

PARRA, Rogério et al. Capítulo III – Acondicionamento e coleta do Lixo. In: D'ALMEIDA, M. L. O.; VILHENA, A (Coord.). Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado. São Paulo; IPT/CEMPRE, 2010. 3ª Ed.

PAULA, L. G. A.; CESAR, V. R.; OLIVEIRA, P. E. S.; Avaliação da Compostagem de Resíduos Orgânicos da Área Verde do Campus Marechal Deodoro. In: V CONGRESSO NORTE-NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 2010, Maceió. **Anais...** UFA, 2010.

PEDROSA, T. D.; FARIAS, C. A. S.; PEREIRA, R. A.; FARIAS, E. T. R. 2013. **Monitoramento dos parâmetros físico-químicos na compostagem de resíduos agroindustriais.** Nativa, v. 01, p. 44–48.

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

PEREIRA NETO J. T.; **Manual de compostagem: processo de baixo custo.** UFV. 2007.

PINTAUDI, Silvana Maria; Mercados públicos: vestígios de um lugar In: CARLOS, Ana Fani Alessandri; SOUZA, Marcelo Lopes de; SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão; (organizadores); **A produção do espaço urbano: agentes e processos, escalas e desafios;** São Paulo: Contexto, 2011.

PORTAL SÃO FRANCISCO. **Lixão.** Disponível em:
<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/meio-ambiente-reciclagem/lixao.php>.
Acesso em: 10/01/2017.

PRIM, M. B.S. **Análise do desperdício de partes vegetais consumíveis.** 2008. Disponível em:<<http://www.sfiiec.org.br/iel/bolsaderesiduos/teses/teses5.pdf>>. Acesso em: 18/12/ 2016.

PROSAB – Programa de pesquisa em saneamento básico. 2014. **Manual prático para a compostagem de bio sólidos.** Universidade Estadual de Londrina. Disponível em:< <http://www.finep.gov.br/prosab/livros/Livro%20Compostagem.pdf>>. Acessado em 10 ago 2014.

PROVENZANO, M. R.; OLIVEIRA, S. C.; SILVA, M. R. S.; SENESI, N. **Assessment of maturity degree of composts from domestic solid wastes by fluorescence and Fourier transform infrared spectroscopies.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 49, p. 5874-5879, 2001.

REIS, M. F. P. **Avaliação do Processo de Compostagem de Resíduos Sólidos.**

RAUT, M. P.; WILLIAM, S. P. M. P.; BHATTACHARYYA, J. K.; CHAKRABARTI, T.; DEVOTTA, S. 2007. **Microbial dynamics and enzyme activities during rapid composting of municipal solid waste – A compost maturity analysis perspective.** Bioresource technology. v. 99. p. 6512–6519.

RICHARD, T. L. and L. P. WALKER. 1998. **Temperature kinetics of aerobic solid-state biodegradation.** Proceedings of the Institute of Biological Engineering 1: A10-A30.

RICHARD, T.L, L.P. WALKER, and J.M GOSSETT. 1999. **The effects of oxygen on solid-state biodegradation kinetics.** Proceedings of the Institute of Biological Engineering 2:A10- A30. IBE Publications, Athens, GA.

RICHARD, T.L., H.V.M. HAMELERS, ADRIE VEEKEN and TIAGO SILVA. 2002. **Moisture relationships in compositng processes.** Compost Science & Utilization, 10:286-302.

RICHARD, T.L., and B.T. KIM. 2003. **Biodegradation impacts on fluid transport properties of organic porous media.** Proceedings of the Institute of Biological Engineering, M.Eiteman (ed). IBE Publications, Athens, GA.

RICHARD, T.L., A.H.M. VEEKEN, V. DE WILDE, and H.V.M. HAMELERS. 2004. **Air-filled porosity and permeability relationships during solid-state fermentation.** Biotechnology Progress 20(5):1372-1381.

RIVERO, C.; CHIRENJE, T.; MA, L. Q.; MARTINEZ, G. **Influence of compost on soil organic matter quality under tropical conditions.** Geoderma, v. 123, p. 355-361, 2004.

RODRIGUES, A. C. (et. Al). **Compostagem de resíduos orgânicos: eficiência do processo e qualidade do composto.** Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11 n.22; p. 2015.

RODRIGUES, P.; RODRIGUES, A.C.; CAMARGO, M.; GRAEPIN, C.; NEUHAUS, F. **Engenharias na Extensão Universitária: Conscientização Ambiental através da compostagem de resíduos orgânicos em Escola de Ensino Médio.** Santa Maria: FACOS-UFSM, 2015. 167 p.

RODRIGUES, A.; CAMARGO, M.; RODRIGUES, P. **Manual Didático de sobre Compostagem.** Santa Maria: FACOS-UFSM, 2014. 28p.

SANTOS, A. T. L. et al. Aproveitamento da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos para produção de composto orgânico. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia**, v. 3, n. 1, p. 15-28, 2014.

SEINFRA - SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA; **Prefeitura Municipal de Pombal - PB: Comissão Permanente de Licitação.** PROCESSO ADMINISTRATIVO Nº 08.948.697.065/2014. LICITAÇÃO Nº. 00027/2014. Pombal - PB, 31 de março de 2014, 24p.

SILVA, L. R. B. **A dinâmica do Mercado Municipal inserida no processo de modernização em Três Lagoas nos anos de 1960.** (Dissertação de mestrado em Geografia), 2008. Dourados , UFGD, 2008.

SILVA, F. A. M. **Qualidade de compostos orgânicos produzidos com resíduos do processamento de plantas medicinais.** 2005. 92 f. Tese (Doutorado em Agronomia)– Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 2005.

SMÅRS, S.; GUSTAFSSON, L.; BECK-FRIIS, B.; JÖNSSON, H. 2002. **Improvement of the composting time for household waste during an initial low pH phase by mesophilic temperature control.** *Bioresource technology*, v. 84, p. 237–41.

STEVENSON, F. J. **Humus chemistry: genesis, composition, reactions.** 2. ed. New York: J. Wiley & Sons, 496p.1994.

TEIXEIRA, R.F.F. Compostagem. In: HAMMES, V.S. (Org.) **Educação ambiental para o desenvolvimento sustentável.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002, v.5, p.120-123.

TOMATI, U, BELARDINELLI, M., ANDREU, M., GALLI, E. **Evaluation of Commercial Compost Quality**. Waste Management & Reserch, v. 20, p. 389-397, 2002.

TUOMELA, M.; VIKMAN, M.; HATAKKA, A.; ITAVAARA, M. **Biodegradation of lignin in a compost environment: a review**. Bioresource Technology, v. 72, p. 169-183, 2000.

VALENTE, B. S. et al. Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. **Arquivos de Zootecnia**, v.58, p.59-85, 2009.
VASCONCELOS, Y. **O Melhor do Lixo**. PESQUISA FAPESP 2003; set: 78-81. 2003.

VAZ, L. M. S. et al. Diagnóstico dos resíduos sólidos produzidos em uma feira livre: o caso da feira do tomba. **Sitientibus**, Feira de Santana, n.28, p.145-159, jan./jun. 2003.

VIEIRA, Anderson. **Senado Notícias**. Disponível em:
<<http://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2012/03/09/brasil-produz-61-milhoes-de-toneladas-de-lixo-por-ano>> Acessado em 05/12/2016.