



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR  
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AMBIENTAL  
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL - CAMPUS DE POMBAL-PB**

**ESTUDO SOBRE A GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS  
ORGÂNICOS NO MERCADO PÚBLICO MUNICIPAL DE  
POMBAL- PB**

**Breno José Barbosa Lima Araújo**

**POMBAL- PB**

**2016**

**Breno José Barbosa Lima Araújo**

**ESTUDO SOBRE A GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS  
ORGÂNICOS NO MERCADO PÚBLICO MUNICIPAL DE  
POMBAL– PB**

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado à Coordenação do  
Curso de Engenharia Ambiental da  
Universidade Federal de Campina  
Grande como requisito para a  
obtenção do título de Bacharel em  
Engenharia Ambiental.

**ORIENTADOR: Prof. Dr. Luiz Gualberto de Andrade Sobrinho**

**POMBAL – PB**

**2016**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

A663e      Araújo, Breno José Barbosa.  
Estudo sobre a geração de resíduos sólidos orgânicos no mercado público municipal de Pombal - PB / Breno José Barbosa Araújo. – Pombal, 2016.  
59 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2016.  
"Orientação: Prof. Dr. Luiz Gualberto de Andrade Sobrinho".  
Referências.

1. Resíduos Sólidos Orgânicos. 2. Resíduos Sólidos - Política Nacional  
3. Resíduos Sólidos - Quantificação. I. Sobrinho, Luiz Gualberto de Andrade. II. Título.

CDU628.312.1 (043)

**Breno José Barbosa Lima Araújo**

**ESTUDO SOBRE A GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS  
ORGÂNICOS NO MERCADO PÚBLICO MUNICIPAL DE  
POMBAL– PB**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Campina Grande como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

**Orientador: Prof. Dr. LUIZ GUALBERTO DE ANDRADRE SOBRINHO.**

Aprovado em: \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA:**

---

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

---

Prof. Dr. Camilo Allyson Simões de Farias  
Examinador Interno – CCTA/UFCG/Campus de Pombal-PB

---

Prof. Dr. Alan Cauê de Holanda  
Examinador Externo – DCV/UFERSA/Campus de Mossoró-RN

Quero agradecer, em primeiro lugar, a Deus, pela força e coragem durante toda esta longa caminhada e, aos meus pais José Oliveira e Selma Maria, meus irmãos Danilo e Renato e minha namorada Mairla que sempre me deram força para minha formação.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, a Deus, que me deu energia e benefícios para concluir todo esse trabalho.

Aos meus pais, José Oliveira e Selma, que são para mim, a maior inspiração.

Aos meus irmãos Danilo e Renato que, me deram força para eu concluir este curso e nunca desistir.

A minha avó Nosinha que todos os dias me ligava para me transmitir perseverança e dedicação.

A minha prima (tia) Maria das Dores (In Memoriam) que tenho certeza se tivesse aqui entre nós estaria muito feliz por me ver formado.

A minha namorada Mairla Cibele pelo apoio e ajuda incondicional durante os anos de estudo, pois mesmo ocupada a sua presença me fez terminar a minha graduação.

A minha Madrinha Solange e Tio Augusto que me receberam em sua casa no início do curso, e me apoio para que me formasse.

A meu Tio Sérgio, que desde o fundamental me ensinou e que sempre acreditou que iria entrar em uma faculdade e me formar.

Ao Professor Luiz Gualberto, por ter me orientado para a produção deste trabalho.

Aos meus amigos, Antônio Oliveira, Raiff, Ithalo Carvalho (In Memoriam) Marcel, Danilo Videres, Marcello Moura, Enio Mizael, Rodolfo, Gláucio, Caio Franklin, Onias, Hedijamarry, Saul Ramos, Lucas Gil, Kaio, Danilo Lopes, Eduardo Alencar, Marcilio de Melo, Maellyson por sempre tiraram “onda” comigo mais sempre quiseram o meu melhor, me dando força para continuar no meu curso e nunca desistir.

A todos os professores da Unidade Acadêmica de Ciências e Tecnologia Ambiental do CCTA/UFCG, que contribuíram para a minha formação acadêmica.

# ESTUDO SOBRE A GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS NO MERCADO PÚBLICO MUNICIPAL DE POMBAL– PB

## RESUMO

O crescimento do consumo de frutas e hortaliças devido principalmente aos cuidados com a saúde pelos consumidores vem acarretando proporcionalmente a geração de resíduos sólidos orgânicos. Esse tipo de resíduo é considerado poluente devido à facilidade de decomposição e por ser um meio propício para o desenvolvimento de microrganismos que podem gerar doenças. Os hortifrúteis das feiras livres caracterizam-se pela produção efetiva de resíduos sólidos orgânicos que são produzidos desde a recepção e organização dos alimentos nas barracas e/ou descartados no chão pelos feirantes até a disposição final inadequada do excedente, acarretando diversos problemas ambientais. O presente trabalho de conclusão de curso realizou um diagnóstico da quantidade de resíduos orgânicos gerados pela comercialização de frutas e verduras no Mercado Público do Município de Pombal e observou-se que existe a necessidade urgente de medidas de implementação de gerenciamento dos resíduos sólidos orgânicos produzidos pelos feirantes, bem como maior organização quanto a adoção de métodos de comercialização que busquem produzir o mínimo possível de resíduos, e que visem o melhoramento no tratamento e na disposição final dos mesmos.

**Palavras-chaves:** resíduos sólidos orgânicos, quantificação e Política Nacional de Resíduos Sólidos.

# **STUDY ON THE ORGANIC SOLID WASTE GENERATION AT MUNICIPAL PUBLIC MARKETING OF POMBAL- PB**

## **ABSTRACT**

The growth in consumption of fruits and vegetables due primarily to health care consumers is leading proportionally generation of organic solid waste. This type of pollutant waste is considered due to the ease of decomposition and being an environment suitable for the growth of microorganisms that can cause disease. The grocers of free markets are characterized by effective production of organic solid waste that are produced from the reception and organization of food in tents and / or discarded on the floor by market traders to final disposal inadequate surplus, causing many environmental problems. This completion of course work carried out a diagnosis of the amount of organic waste generated by the marketing of fruit and vegetables in the Public Market in the Municipality of Pombal – Paraíba State of Brazil. It was observed that there is an urgent need to manage implementation of measures of organic solid waste produced by fair dealers, as well as to improve the organization and the adoption of commercialization methods that seek to produce a minimum of waste, with the aim of improving the treatment and final disposal of them.

**Keywords:** organic solid waste, quantification and national policy on solid waste.



## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- Destinação Final dos RSU no Estado da Paraíba (t/dia) .....	26
FIGURA 2- Composição gravimétrica dos Resíduos Urbanos em Pombal- PB.....	26
FIGURA 3- Participação das Regiões do País no Total de RSU Coletado .....	28
FIGURA 4- Destinação final dos RSU Coletados no Brasil.....	29
FIGURA 5- Localização do Município de Pombal no Estado da Paraíba.....	40
FIGURA 6- Localização do Mercado Público Municipal de Pombal.....	41
FIGURA 7- Fluxograma das etapas metodológicas.....	43
FIGURA 8- Comercialização dos produtos orgânicos no Mercado Público de Pombal.....	45
FIGURA 9- Realização da pesagem dos resíduos orgânicos no Mercado Público de Pombal.....	46
FIGURA 10- Quantidade média de resíduos sólidos produzidos no Mercado público de Pombal durante um mês.....	47
FIGURA 11- Tipo de balde em que são armazenados os resíduos orgânicos.....	49

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1-	Composição Gravimétrica dos RSU no Brasil.....	24
TABELA 2-	Quantidade de municípios brasileiros com iniciativas de coleta seletiva no ano de 2015.....	28
TABELA 3-	Porcentagem gerada de metano na digestão anaeróbia.....	36

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1- Classificação da Política Nacional dos Resíduos Sólidos para resíduos sólidos de acordo com sua origem.....	19
QUADRO 2- Classificação da Política Nacional dos Resíduos Sólidos para resíduos sólidos de acordo com sua periculosidade.....	20
QUADRO 3- Classificação de PICCIAFUOCO apud Política Nacional dos Resíduos Sólidos para resíduos sólidos de acordo com sua finalidade.....	20
QUADRO 4-Resultado da pesagem de resíduos sólidos produzidos no mercado público de Pombal durante um mês.....	48

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

C/N – Carbono/Nitrogênio

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

GM – Gabinete de Ministro

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

MMA – Ministério do Meio Ambiente

PERS- PB – Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Estado da Paraíba

pH – Potencial Hidrogeniônico

PMGIRS – Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos

PNRS – Política Nacional dos Resíduos Sólidos

PNSB – Pesquisa Nacional de Saneamento Básico

RSU – Resíduos Sólidos Urbanos

SDA – Secretaria de Defesa Agropecuária

SISNAMA - Sistema Nacional do Meio Ambiente

SNVS - Sistema Nacional de Vigilância Sanitária

SUASA - Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária

UPAN - União Protetora de Ambiente Natural

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>16</b>
2.1. Geral.....	16
2.2. Específicos.....	16
<b>3. REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>17</b>
3.1 Resíduos Sólidos.....	17
3.1.1 Breves Apontamentos Históricos.....	17
3.1.2 Conceito e Classificação.....	18
3.2 Política Nacional de Resíduos Sólidos.....	21
3.3 Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil.....	23
3.3.1 Composição Gravimétrica.....	23
3.3.2 Resíduos sólidos urbanos do Estado da Paraíba.....	25
3.3.3 Composição gravimétrica dos resíduos sólidos de Pombal.....	25
3.3.4 Ciclo dos Resíduos Sólidos Urbanos.....	26
3.4 Resíduos Sólidos Orgânicos.....	29
3.4.1 Compostagem.....	31
3.4.2 Biodigestão.....	34
3.4.3 Legislação aplicável aos Resíduos Orgânico.....	38
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>40</b>
4.1 Localização da área de estudo.....	40
4.2 Caracterização da área de estudo.....	41

4.3 Metodologia.....	42
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>45</b>
5.1 Diagnóstico dos resíduos orgânicos do Mercado Público.....	45
5.2 Gerenciamento dos resíduos orgânicos.....	48
5.2.1 Armazenamento.....	49
5.2.2 Coleta.....	49
5.2.3 Destinação Final.....	50
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>51</b>
<b>7. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>52</b>

# 1. INTRODUÇÃO

A crescente urbanização e industrialização das sociedades modernas tem originado uma produção exponencial de resíduos sólidos. Tais resíduos são produzidos diariamente por todos os setores da sociedade (indústrias, comércio, residências, feiras livres e etc.) o que não necessariamente significa que tenham a sua disposição final efetuada de maneira correta. A falta de gerenciamento dos resíduos sólidos associada ao não conhecimento de maneiras adequadas de descarte ocasionam graves problemas ambientais (VAZ et al., 2003).

O processo de urbanização das cidades brasileiras se deu de forma não planejada, gerando diversos problemas estruturais. A expansão das cidades ocasionou uma demanda cada vez maior de resíduos sólidos, e essa crescente população não dispunha de modos adequados para tratamentos de tais resíduos (PEREIRA & MELO, 2008).

Um dos tipos de resíduos sólidos mais produzidos diariamente são os resíduos orgânicos, oriundos da vida doméstica ou urbana, da atividade agrícola ou industrial, de saneamento básico, entre outras. São resíduos que, quando descartados adequadamente, em ambientes propícios, se degradam de maneira espontânea, gerando uma renovação dos nutrientes do solo (MMA, 2016). No entanto, percebe-se que na maioria das vezes os resíduos orgânicos, assim como os demais tipos de resíduos sólidos gerados, não são encaminhados para lugares apropriados, e essa disposição inadequada gera chorume, emissão de metano na atmosfera e favorece a proliferação de vetores de doenças. O que demonstra a necessidade de adoção de métodos eficazes de gestão e tratamento de tais resíduos (BRASIL, 2010).

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).

Em geral, os hortifrúti das feiras livres 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.

Portanto, diante do exposto, o presente trabalho se justifica por realizar uma análise da geração de resíduos sólidos orgânicos provenientes dos hortifrútis do Mercado Público de Pombal, através da identificação das formas de tratamentos e de disposição final dos alimentos.



## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 GERAL:**

O presente trabalho tem por objetivo quantificar os resíduos sólidos orgânicos gerados através da comercialização de produtos de hortifruticultura, no Mercado Público Municipal de Pombal-PB.

### **2.2 ESPECÍFICOS:**

- Identificar o tipo de resíduo sólido orgânico gerado no Mercado Público do Município de Pombal-PB,
- Fazer um levantamento médio da quantidade diária, no período de trinta dias, de resíduos orgânicos produzidos no referido local, através de métodos de pesagem.
- Conhecer a forma de descarte dos resíduos orgânicos gerados pelos hortifrúteis, bem como o modo de gerenciamento de tais resíduos;

### **3. REFERENCIAL TEÓRICO**

#### **3.1 RESÍDUOS SÓLIDOS**

##### **3.1.1 Breve Histórico**

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 humanidade passou a se preocupar com os objetos e materiais resultantes de suas atividades diárias, ou seja, seus resíduos, a partir do seu processo de sedentarização. Nos primórdios, enquanto ainda viviam em grupos e em constante movimento, não havia a preocupação em descartar esses resíduos, uma vez que a produção era pequena e formada basicamente por materiais orgânicos, cujos desperdícios eram depositados diretamente nos locais próximos as habitações (RUSSO, 2003).

Quando deixaram de ser nômades e começaram a se fixar no território, passaram a conviver com os resíduos gerados. Era necessário encontrar um lugar para depositar tais resíduos, e como ainda não tinham conhecimento das melhores formas de gerenciamento, continuaram jogando nas proximidades das casas, ou os queimando a céu aberto (TENÓRIO, 2007).

Esse cenário perdurou por muito tempo, sendo responsável pelo agravamento de diversos problemas ambientais e de saúde pública. No século XIV metade da população da Europa foi dizimada pela peste bubônica ou peste Negra, causada pela pulga dos ratos que proliferavam nos aglomerados populacionais, devido ao hábito dos habitantes de deixarem o lixo nas ruas e ruelas, terrenos vagos, etc. Nestas condições de abundância de comida, os ratos constituíram-se num vector contaminante de populações inteiras (RUSSO, 2003).

A relação direta entre saúde pública e o impróprio gerenciamento de resíduos é evidente e só na segunda metade do século XIX é que se presenciaram modificações substanciais na limpeza urbana, inclusive em aspectos técnicos, através da padronização dos vasilhames, para coleta do lixo e para a limpeza das

ruas. Isto se deveu em parte ao surgimento da Revolução Industrial, que trouxe em seu bojo um acelerado crescimento urbano, com graves implicações habitacionais e sanitárias, que se perduraram até meados do século XX (EIGENHEER, 2009).

A crescente quantidade de produtos e resíduos gerados reflete o ritmo com que extraímos os recursos naturais, os quais parte são consumidos, e, posteriormente transformado em sobras, estas que em alguns casos apresentam propriedades danosas à saúde do homem e ao meio ambiente, ultrapassando a capacidade de suporte natural do planeta (UPAN, 2008).

No Brasil, os aspectos legais quanto à limpeza urbana, em especial da gestão e manejo dos resíduos sólidos, são definidos na Política Nacional de Saneamento Básico, Lei n. 11.445, de 2007, na qual o plano de resíduos sólidos deve integrar os Planos Municipais de Saneamento Básico (PNSB), e na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei n. 12.305, de 2010, que dispõe sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de tais resíduos (JACOBI e BESEN, 2011).

### **3.1.2 Conceito e classificação**

Segundo a Lei 12.305/10 inciso XVI, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, tais resíduos são definidos como:

Material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível;

Quanto a classificação dos resíduos sólidos, o art. 13, incisos I e II, da PNRS os diferencia quanto à origem e quanto à periculosidade, sendo:

#### **I. Quanto à origem**

**Quadro 1. Classificação da Política Nacional dos Resíduos Sólidos quanto a origem dos resíduos.**

<b>Tipo de Resíduos</b>	<b>Descrição</b>
Resíduos domiciliares	Resíduos sólidos originários de atividades domésticas em residências urbanas;
Resíduos de limpeza urbana	Resíduos sólidos originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
Resíduos sólidos urbanos	Engloba tanto os resíduos sólidos domiciliares quanto os resíduos sólidos de limpeza urbana;
Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços	Resíduos sólidos gerados nessas atividades. A maior parte é constituída por materiais recicláveis, mas também podem conter restos sanitários e orgânicos;
Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico	Resíduos sólidos gerados nessas atividades, que incluem o abastecimento público de água potável, tratamento de esgotos sanitários, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas e limpeza urbana;
Resíduos industriais	Resíduos sólidos gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
Resíduos de serviços de saúde	Resíduos sólidos gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do SISNAMA e do SNVS;
Resíduos da construção civil	Resíduos sólidos gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;
Resíduos agrossilvopastoris	Resíduos sólidos gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;
Resíduos de serviços de	Resíduos sólidos originários de portos, aeroportos,

transportes	terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;
Resíduos de mineração	Resíduos sólidos gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios.

Fonte: BRASIL, 2010.

## II. Quanto à periculosidade

### **Quadro 2: Classificação da Política Nacional dos Resíduos Sólidos quanto a periculosidade dos resíduos.**

<b>Tipo de Resíduo</b>	<b>Descrição</b>
Resíduos perigosos	Resíduos que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica;
Resíduos não perigosos	Resíduos que não são enquadrados na descrição anterior.

Fonte: BRASIL, 2010.

Segundo PICCIAFUOCO (2013), os resíduos sólidos ainda podem ser classificados quanto à finalidade, podendo serem:

### **Quadro 3: Classificação de PICCIAFUOCO apud Política Nacional dos Resíduos Sólidos quanto a finalidade dos resíduos.**

<b>Tipo de Resíduo</b>	<b>Descrição</b>
Resíduos sólidos reversos	Resíduos sólidos restituíveis, por meio da logística reversa, visando o seu tratamento e reaproveitamento em novos produtos, na forma de insumos, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos;
Rejeitos	Resíduos sólidos que, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por

	processos tecnológicos acessíveis e disponíveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada.
--	---

Fonte: BRASIL, 2010.

### 3.2 POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS (PNRS)

A Lei nº 12.305 de 10 de agosto de 2010, instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e foi elaborada com o intuito de dispor sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis (HORTA, 2014).

O §1º do art. 1º da referida lei, dispõe que estão sujeitas à observância desta as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos.

No tocante ao gerenciamento dos resíduos sólidos, a PNRS estatui que tais resíduos devem ser dispostos de forma a priorizar a não geração, a redução, reutilização e o tratamento, bem como destinação final ambientalmente adequada dos rejeitos, tendo em vista que o crescimento da geração de resíduos não está sendo acompanhado de técnicas de gerenciamento adequadas e os locais para sua disposição correta são escassos (PICCIAFUOCO, 2013).

No Art. 3º, a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010) traz a definição de vários termos importantes no contexto dos resíduos sólidos, merecendo destaque os seguintes incisos:

- V - Coleta seletiva: coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição;
- VII - destinação final ambientalmente adequada: destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do SISNAMA, do SNVS e do SUASA, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos

ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos;

- VIII - disposição final ambientalmente adequada: distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos;
- IX - Geradores de resíduos sólidos: pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, que geram resíduos sólidos por meio de suas atividades, nelas incluído o consumo;
- X - Gerenciamento de resíduos sólidos: conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei;
- XI - gestão integrada de resíduos sólidos: conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável;
- XIV - reciclagem: processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do SISNAMA e, se couber, do SNVS e do SUASA.

A PNRS vai ao encontro da Lei Federal nº 11.445 de 2007 que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico na qual é mencionado o manejo dos resíduos sólidos realizados de forma adequada à saúde pública e também prevê a aplicação de taxas ou tarifas decorrentes da prestação de serviço público de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. (BRASIL, 2007)

A PNRS presume a outorga de incentivos fiscais e financeiros às instituições que promovam a reutilização e a reciclagem de resíduos, além de dar prioridade ao recebimento de recursos federais aos municípios que aderirem ao Programa. Seus principais objetivos são: a organização dos catadores, visando sua emancipação econômica; e principalmente a ampliação dos serviços, com inclusão social e sustentabilidade dos empreendimentos de limpeza urbana (BENTO et al, 2013).

No Art. 36, inciso V, a Política Nacional de Resíduos Sólidos define que cabe ao titular dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos implantar um sistema de compostagem para resíduos sólidos orgânicos e articular com os agentes econômicos e sociais formas de utilização do composto produzido (BRASIL, 2010). Impõe também que os municípios devem elaborar um Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), com soluções para os resíduos sólidos do município, levando em consideração as dimensões: política, econômica, ambiental, cultural, social e sustentável (HORTA, 2014).

A PNRS coloca o Brasil em patamar de igualdade aos principais países desenvolvidos no que concerne ao marco legal e inova com a inclusão de catadoras e catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis, tanto na Logística Reversa quando na Coleta Seletiva (MMA, 2016).

### **3.3 Panorama dos Resíduos Sólidos Urbanos no Brasil**

#### **3.3.1 Composição Gravimétrica**

Segundo Boscov (2008) os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) correspondem aos resíduos gerados nas residências, nos estabelecimentos comerciais, nos logradouros públicos e nas inúmeras atividades desenvolvidas nas cidades, além dos resíduos de varrição de ruas e praças. São compostos normalmente por materiais putrescíveis (resíduos alimentares, resíduos de jardinagem e varrição, e materiais que apodrecem rapidamente), papéis/papelões, plásticos, madeiras, metais, vidros e outros materiais.

A composição gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos de cada cidade está diretamente relacionada com a densidade populacional, que influencia tanto nos aspectos qualitativos quanto quantitativos (FELIZOLA, 2006).



Essas variações das características dos resíduos são geralmente em função de fatores econômicos e sociais, geográficos, educacionais, culturais, tecnológicos e legais. Apesar da variação, de modo geral nos resíduos das comunidades brasileiras, há predominância de matéria orgânica putrescível. A Tabela 1 apresenta um estudo sobre a composição gravimétrica dos RSU, provenientes de diferentes pesquisas, no Brasil (SANTOS, 2011). Segundo Barcelos (2009), no Brasil a fração de matéria orgânica na composição dos RSU fica na faixa de 50 e 80 %.

**Tabela 1 – Composição Gravimétrica dos RSU no Brasil**

<b>Composição Gravimétrica dos RSU em diversas cidades do Brasil em %</b>						
<b>Componente</b>	<b>Bela Vista</b>	<b>Porto Alegre</b>	<b>Castelo Branco</b>	<b>Belo Horizonte</b>	<b>Rio de Janeiro</b>	<b>Salvador</b>
Materiais Putrescíveis	52,9	41,9	44,5	65,46	60,7	44,3
Papel/papelão	19,0	20,7	12,3	10,11	13,5	19,2
Plástico	18,8	22,5	13,6	11,27	15,3	20,9
Metal	3,8	4,2	6,3	2,65	1,7	1,3
Vidro	1,9	2,1	6,0	2,39	3,2	1,9
Madeira	-	4,1	-	-	-	2,7
Borracha	3,6	0,5	1,73	8,12	5,5	0,3

**Fonte: SANTOS, 2011.**

De modo geral, na maior parte das cidades brasileiras são empregados esforços em termos de gestão pública para atender o tratamento do resíduo reciclável, enquanto a grande parcela dos resíduos orgânicos não recebe a atenção merecida e acaba como rejeito em aterros sanitários, aterros controlados ou lixões. Essa fração orgânica é a principal produtora de lixiviado e metano e principal responsável pela atração de vetores de doenças (PICCIAFUOCO, 2013).

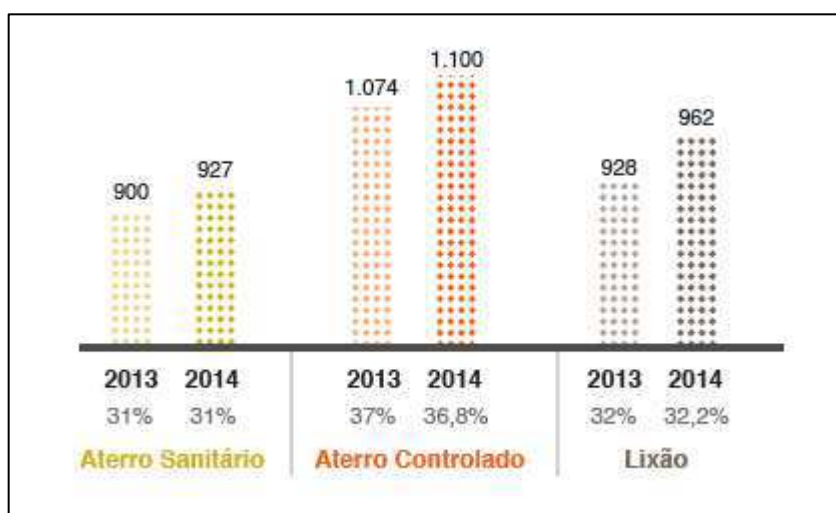
Segundo o Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos da IPEA de 2012 apenas 1,6% do resíduo orgânico é destinado a unidades de compostagem. O IPEA atribui a porcentagem tão baixa à dificuldade de se obter o material separado na fonte e à carência de investimento.

### 3.3.2 Resíduos sólidos urbanos do Estado da Paraíba

Assim como na maioria dos estados brasileiros, no tocante aos sistemas municipais de manejo e limpeza urbana de resíduos, o estado da Paraíba apresenta inúmeras fragilidades referentes à organização e prestação dos serviços, de modo que os instrumentos de planejamento, os indicadores de controle de qualidade e as metas criadas pelo Estado são insuficientes frente à universalização, a redução da geração, o aumento da reciclagem e a redução da quantidade de resíduos encaminhados para os lixões e aterramentos (PERS-PB, 2014).

Segundo a ABRELPE (2014) o estado da Paraíba gera uma quantidade aproximada de 3.504 toneladas de resíduos sólidos por dia. Desse montante de resíduos gerados, apenas são coletados 2.989 toneladas, de modo que mais de 500 toneladas de resíduos deixam de receber uma disposição final adequada todos os dias. Quanto a destinação final dos resíduos sólidos urbanos do estado, a Figura 1 apresenta as quantidades de resíduos dispostos em aterros controlados, aterros sanitários e em lixões.

**Figura 1 – Destinação Final dos RSU no Estado da Paraíba (t/dia)**



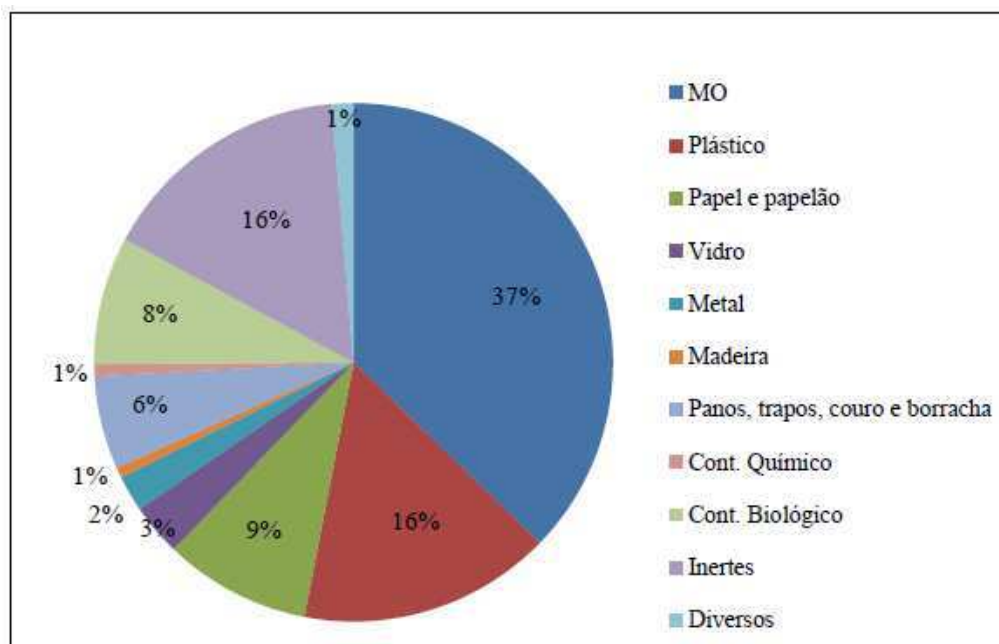
Fonte: ABELPRE, 2014.

### 3.3.3 Composição gravimétrica dos resíduos sólidos de Pombal

A Figura 2 apresenta a composição gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos de Pombal-PB, na qual se observa que o componente mais abundante dentre os resíduos sólidos gerados no município de Pombal gerados é a matéria

orgânica (37%), seguido de plástico (16%) e inertes (16%). Este diagnóstico é recorrente a tendência de grande percentual de matéria orgânica é apresentada comumente em países de baixa renda (ABRAMOVAY, 2013).

**Figura 2 - Composição gravimétrica dos Resíduos Sólidos Urbanos em Pombal-PB**



Fonte: EMEPAS *apud* ISMAEL, 2016.

### 3.3.4 Ciclo dos Resíduos Sólidos Urbanos

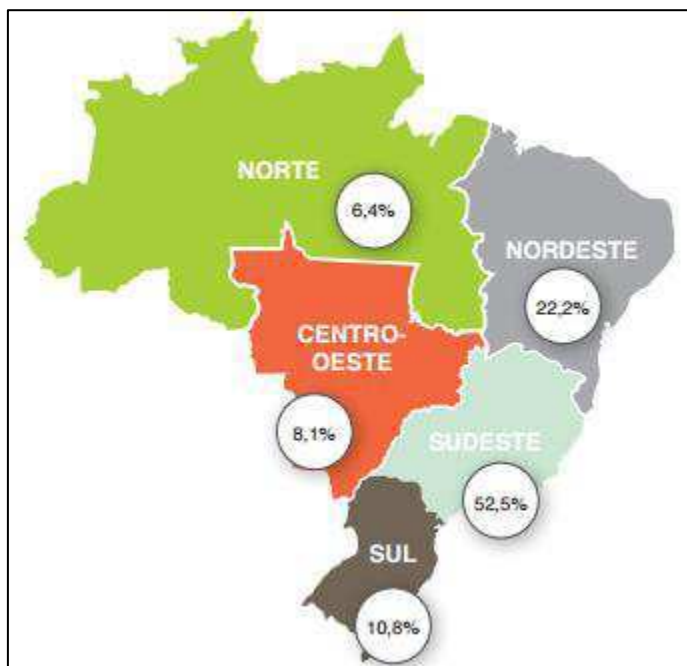
Para se realizar um panorama dos resíduos produzidos no Brasil é necessário seguir o ciclo dos resíduos sólidos: geração, coleta, tratamento e disposição final. No tocante a geração, deve-se abordar de forma geral a quantidade dos resíduos produzidos. Na descrição da coleta, primeiramente aborda-se a coleta regular dos resíduos sólidos urbanos - RSUs e, em seguida, discute-se a coleta seletiva e as estações de triagem de material reciclável. Com relação ao tratamento, é abordada a questão da reciclagem. E no tocante à disposição final é discutida a questão da compostagem de resíduos orgânicos, através da análise sobre as formas e unidades de disposição final no solo (IPEA, 2012).

Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE) em 2014, a geração total de Resíduos Sólidos Urbanos – RSU no Brasil foi de aproximadamente 78,6 milhões de toneladas, o que

representa um aumento de 2,9% em relação ao ano de 2013 (76,4 milhões de toneladas aproximadamente) e esse dado é superior à taxa de crescimento populacional do país no período, que foi de 0,9%.

A coleta e o transporte dos resíduos sólidos têm sido o principal foco da gestão de resíduos sólidos, especialmente em áreas urbanas. A comparação entre a quantidade de RSU gerada e a coletada em 2014 mostra que o Brasil contou com um índice de cobertura de coleta de 90,6%, levando à constatação de que pouco mais de 7 milhões de toneladas deixaram de ser coletadas no país neste ano e, conseqüentemente, tiveram destino impróprio (ABELPRE, 2014). A distribuição percentual do total de RSU coletado em 2014 nas diversas regiões do país é apresentada na Figura 3.

**Figura 3 – Participação das Regiões do País no Total de RSU Coletado**



Fonte: Pesquisa ABRELPE, 2014.

Uma das principais estratégias para a redução da quantidade de resíduos dispostos nos aterros sanitários é a criação de sistemas de coleta seletiva. De acordo com o Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada (IPEA), em termos nacionais, no ano de 2011 o número de municípios com algum sistema de coleta seletiva aumentou em 120%, mas a fração dos municípios que já possuem algum sistema de coleta não ultrapassa os 18% do total. A Tabela 2 apresenta a quantidade de municípios brasileiros com iniciativas de coleta seletiva no ano de 2015.

**Tabela 2 – Quantidade de municípios brasileiros com iniciativas de coleta seletiva no ano de 2015**

<b>REGIÃO GEOGRÁFICA DO BRASIL</b>	<b>Número de municípios</b>
Norte	258
Nordeste	854
Sudeste	1450
Sul	1067
Centro-Oeste	200

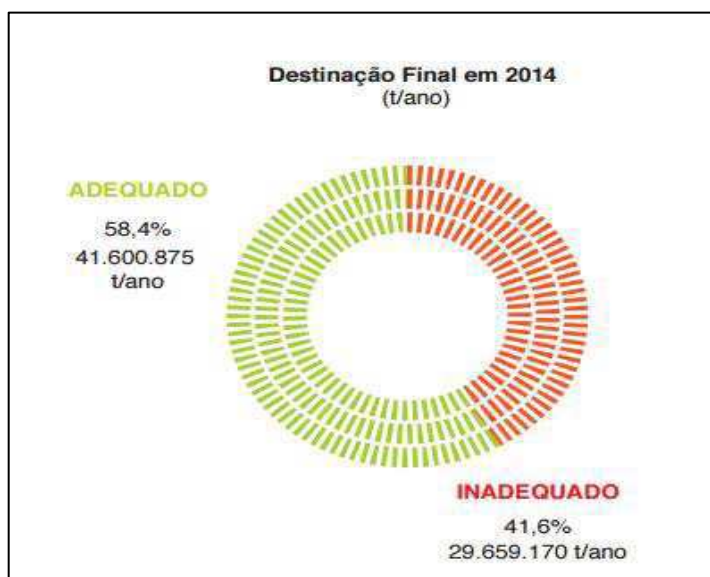
Fonte: ABRELPE, 2015.

Além da coleta seletiva, outra estratégia de redução da quantidade de resíduos sólidos encaminhados para os aterros é a utilização direta de usinas ou estações de triagem sem coleta seletiva anterior. Nestas unidades, o resíduo sólido urbano coletado de forma tradicional é separado e, em momento posterior, encaminhado para reciclagem. Esta solução, apesar de ter uma implementação mais simples que a dos programas de coleta seletiva, apresenta uma eficácia mais baixa que tais programas, pois o material recolhido possui alto grau de contaminantes (IPEA, 2012).

No tocante a destinação final dos resíduos sólidos urbanos, A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB, considerou como unidades de destinação final de tais resíduos, aterros controlados, aterros sanitários, unidades de compostagem, unidades de tratamento por incineração, unidades de triagem para reciclagem, vazadouros a céu aberto, vazadouros em áreas alagáveis, locais não fixos e outras unidades de destinação (IBGE, 2002).

Segundo a ABELPRE, o Brasil no ano de 2014 registrou um índice de 58,4% de destinação final adequada dos resíduos sólidos urbanos, porém a quantidade desses resíduos destinada a locais inadequados totaliza 29.659.170 toneladas no ano, que seguiram para lixões ou aterros controlados, os quais do ponto de vista ambiental pouco se diferenciam dos lixões, pois não possuem o conjunto de sistemas necessários para a proteção do meio ambiente e da saúde pública. A Figura 4 mostra a situação da destinação final dos RSU no Brasil em 2014.

**Figura 4 - Destinação final dos RSU Coletados no Brasil**



Fonte: Pesquisa ABRELPE, 2014.

### 3.4 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).

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.

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 vaza para o 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 se caracterizam pela produção permanente de resíduos sólidos nos seus setores de venda. Os Hortifrútiis, 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.

Diante dos vários indícios de geração de problemas ambientais ocasionados pelo mal gerenciamento dos resíduos orgânicos, faz-se necessária a adoção de métodos adequados de gestão e tratamento dos grandes volumes de resíduos, para que a matéria orgânica presente seja estabilizada e possa cumprir seu papel natural de fertilizar os solos (MMA, 2016).

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).

### **3.4.1 Compostagem**

A compostagem não é uma prática recente e um dos primeiros registros da aplicação desta técnica na agricultura data do período do Império de Akkad, na Mesopotâmia, há cerca de 4500 anos atrás. Desde então várias civilizações, incluindo chineses, egípcios, gregos e romanos, amontoavam em pilhas a matéria vegetal, estrume, restos de comida e outros tipos de resíduos orgânicos e, os deixavam a decompor e a estabilizar até estarem prontos para serem devolvidos ao solo. Na atualidade esse processo vem assumindo cada vez mais importância em virtude da produção de resíduos e, em especial a dos resíduos sólidos urbanos ter aumentado nos últimos anos, uma vez que é uma tecnologia adequada ao tratamento, à reciclagem e à valorização da fração orgânica de RSU (SANTOS, 2007).

A compostagem é definida como um processo de reciclagem da matéria orgânica presente nos resíduos sólidos urbanos, que consiste em um processo aeróbio controlado, em que diversos microrganismos são responsáveis por transformações bioquímicas na massa de resíduos e pela humificação dos mesmos, resultando na produção de um composto orgânico, aplicável na agricultura, composto esse que não está sujeito a lixiviação, ao contrário dos adubos químicos (RUSSO, 2003).

Segundo Inácio & Miller (2009) os principais objetivos da compostagem são:



- Decompor matéria orgânica potencialmente putrescível para um estado estável e produzir um material que possa ser usado para melhoramento do solo ou outros benefícios;
- Decompor resíduos em um material benéfico: a compostagem pode ser economicamente favorável quando comparada aos custos dos outros métodos convencionais de disposição de resíduos;
- Tratar resíduos orgânicos infectados com patógenos para que possam ser usados benéficamente e de maneira segura;
- Promover a bioremediação e a biodegradação de resíduos perigosos visando a despoluição de um substrato.

No tocante ao aspecto econômico do processo, a compostagem pode ser uma alternativa para a gestão dos resíduos orgânicos, pois considerando os gastos municipais para disposição de tais resíduos no aterro e os gastos na aplicação da compostagem, esta pode indicar uma economia para o município (MASSUKADO, 2008).

Os materiais utilizados para a compostagem podem ser divididos em duas classes, a dos materiais ricos em carbono e a dos materiais ricos em nitrogênio. Entre os materiais ricos em carbono podemos considerar os materiais lenhosos como a casca de árvores, as aparas de madeira, as podas dos jardins, folhas e galhos das árvores, palhas e fenos, e papel. Entre os materiais nitrogenados incluem-se as folhas verdes, estrumes animais, urinas, solo, restos de vegetais hortícolas, erva, etc (OLIVEIRA, SARTORI & GARCEZ, 2008).

Segundo Picciafuoco (2013), o processo de compostagem pode ser dividido em quatro fases:

- **Fase inicial:** caracterizada pelo crescimento de colônias de microrganismos mesofílicos e consequentes aumento da decomposição e da liberação de calor. Ela pode durar de 15 horas a 3 dias, dependendo das características do material a ser compostado e termina quando o interior da pilha de material atingir 45°C.
- **Fase termofílica:** onde predominam as temperaturas de 50°C a 65°C dando condições para os organismos termofílicos se desenvolverem e decomponem o material.

- **Fase mesófila:** as substâncias orgânicas mais resistentes são degradadas por microrganismos que atuam na faixa de temperatura em torno de 45°C. A queda de temperatura se dá pela queda de atividade microbiana e esta fase se caracteriza pela atuação, principalmente, de fungos em substituição às bactérias das fases anteriores.
- **Fase da maturação:** nessa fase há a diminuição da atividade microbiana, juntamente com as quedas de gradativas de temperatura (até se aproximar da temperatura ambiente) e acidez, antes observada no composto. É um período de estabilização que produz um composto maturado. A maturidade do composto ocorre quando a decomposição microbiológica se completa e a matéria orgânica é transformada em húmus, livre de toxicidade, metais pesados e patógenos, pronto para ser aplicado no solo.

Os principais fatores que influenciam o processo de compostagem são os que afetam, direta ou indiretamente, o metabolismo dos microrganismos que são responsáveis pela decomposição dos resíduos e sua transformação num produto estável e rico em substâncias húmicas a qual é comumente denominada do composto (SANTOS, 2007).

Com relação aos resíduos orgânicos formados por restos de frutas, objeto de estudo deste trabalho, os fatores que mais influenciam no processo de compostagem são:

- **Umidade**

A umidade é um fator de influência direta na atividade microbiana quanto à regulação do metabolismo e na disposição de oxigênio na leira. Uma vez que níveis abaixo de 15% de umidade cessem inteiramente a atividade biológica, enquanto níveis a cima de 65% representam um deslocamento exagerado de ar entre os poros da leira, impedindo sua difusão e criando condições para atividade microbiana anaeróbia. Portanto, a umidade considerada ótima ao crescimento microbiano aeróbio é em torno de 55% (Inácio & Miller, 2009).

- **Relação Carbono/Nitrogênio**

A abundância de microrganismos na decomposição é determinada também pela relação C/N. O carbono é fonte de energia para os microrganismos, então sua presença no processo de compostagem é essencial. O nitrogênio é elemento básico na reprodução protoplasmática, estrutura celular básica, o que também o torna vital aos microrganismos (PICCIAFUOCO, 2013).

A fração orgânica do resíduo urbano tem relação C/N dentro da faixa considerada ótima de 30 ou 40:1. Portanto, considera-se relação C/N a cima de 50, alta, e valores entre 30 e 40 mais adequados à compostagem (Inácio & Miller, 2009).

- **Potencial hidrogeniônico (pH)**

Normalmente, o pH é baixo no início da compostagem, com faixas entre 5,0 e 6,0, por conta da acidez de cascas de frutas e restos vegetais. Porém, o pH ideal para o composto final deve estar na faixa entre 8,0 e 9,0 após a fermentação nas leiras (PICCIAFUOCO, 2013).

- **Temperatura**

A temperatura é um parâmetro fácil de ser medido e que pode nos informar quanto maturidade do composto e andamento do processo de compostagem. Ela é fator limitante do crescimento microbiano e influencia a velocidade de degradação do material (PICCIAFUOCO, 2013).

### **3.4.2 Biodigestão**

A digestão anaeróbica ou biodigestão consiste num processo natural que ocorre na ausência de oxigênio e envolve a decomposição bioquímica da matéria orgânica realizada por um grupo específico de microrganismos, resultando na produção de um gás rico em energia, o biogás, e um efluente rico em nutrientes (REIS, 2012).

Várias são as vantagens dos sistemas anaeróbios quando comparado aos tratamentos aeróbios, como o menor consumo de energia, menor produção de lodo,

menor área para implantação e oferecerem potencialidade energética com uso do metano produzido (SILVA, 2009).

A fração orgânica dos resíduos sólidos é um substrato complexo e, obviamente, a sua degradação envolve um caminho metabólico ainda mais complexo constituído por uma série de reações até à síntese do metano como produto final (MATA-ALVAREZ, 2003 *apud* REIS, 2012).

Segundo Reis (2012) a degradação anaeróbia envolve quatro etapas distintas:

- **Hidrólise:** na hidrólise as ligações moleculares complexas (polímeros) como carboidratos, proteínas e gorduras, são quebradas por enzimas em um processo bioquímico liberadas por um grupo específico de bactérias e dão origem à compostos orgânicos simples (monômeros) como aminoácidos, ácidos graxos e açúcares. Esse processo é de fundamental importância para a produção de biogás por somente com a quebra dos polímeros maiores é que começa o processo de biodigestão.
- **Acidogênese:** na acidogênese as substância resultantes da hidrólise são transformadas por bactérias fermentativas em ácido propanóico, ácido butanóico, ácido láctico e álcoois assim como hidrogênio e gás carbônico. A formação de produtos nesta fase também depende da quantidade de hidrogênio dissolvido na mistura. Quando a concentração de hidrogênio é muito alta, interfere negativamente na eficiência da acidogênese o que causa o acúmulo de ácidos orgânicos. Com isso, o pH da mistura baixa e o processo pode ser quase que totalmente afetado.
- **Acetogênese:** na acetogênese o material resultante da acidogênese são transformados em ácido etanóico, hidrogênio e gás carbônico por bactérias acetogênicas. Esse é uma das fases mais delicadas do processo, pois é necessário manter o equilíbrio para que a quantidade de hidrogênio gerado seja consumido pelas bactérias *Archeas* responsáveis pela metanogênese.
- **Metanogênese:** a metanogênese ocorre por diferentes grupos de bactérias basicamente através de duas reações. Na primeira reação, ocorre a geração de metano e gás carbônico derivados do ácido acético.

Na segunda o Hidrogênio e o gás carbônico dão origem ao metano e a água.

O biogás é composto principalmente de metano e gás carbônico, ambos com ampla utilização na indústria. A combustão do metano libera energia térmica que pode ser convertida em outras formas de energia, o que dá ao biogás a conotação de Fonte de Energia Renovável (SANTOS, 2011). A Tabela 3 apresenta a porcentagem de metano gerada na digestão anaeróbia.

**Tabela 3 – Porcentagem gerada de metano na digestão anaeróbia**

<b>Substrato Utilizado na alimentação</b>	<b>% de CH<sub>4</sub> obtida</b>	<b>Referência</b>
Frutas e Vegetais	50-65	Bouallagui et al. (2003)
Frutas e Vegetais	54-65	Bouallagui et al. (2004a)
Frutas e Vegetais	69-71	Bouallagui et al. (2004b)
Frutas e Vegetais e Resíduos Agropecuários	63-65	Misi e Foster, (2001)
Frutas e Vegetais e Carnes	63,8-69,2	Misi e Foster, (2002)
Resíduos Alimentares	65	Riuji (2009)
Resíduos Alimentares	63-67	Corti e Lombardi (2007)
Resíduos Alimentares e lodo	37-62	Agdag e Sponza (2005)

**Fonte: SANTOS, 2011.**

Por se tratar de um processo biológico, são vários fatores que influenciam o desempenho da digestão anaeróbia, uma vez que o meio deve oferecer as condições requeridas pelos microrganismos para que estes realizem as reações de conversão da matéria orgânica. Dentre os fatores operacionais, se destacam a

umidade, a temperatura, o pH e a alcalinidade, bem como a presença de nutrientes (REIS, 2012).

- **Umidade**

A água é um fator imprescindível para o processo de digestão anaeróbia, uma vez que serve como o substrato e fornece os nutrientes necessários aos microrganismos, além de ser agente condutor de enzimas e de outros metabólitos microbianos importantes no processo de decomposição (REIS, 2012).

A umidade não auxilia somente no movimento microbiano, como também influencia na limitação do transporte de massa de sólidos e no balanço entre a produção de ácidos graxos voláteis pelos micro-organismos acidogênicos e a conversão desses ácidos em metano pelos microrganismos metanogênicos (LAY *et al.*, 1997).

- **Temperatura**

A temperatura é um dos fatores ambientais importantes na digestão anaeróbia, uma vez que afeta os processos biológicos de diversas maneiras. Este parâmetro influencia nas taxas de reações enzimáticas e também na desnaturação destas enzimas ou na destruição das habilidades dos microrganismos em produzir essas enzimas, dessa forma, comprometendo a eficiência do processo de bioestabilização do material orgânico (MATA-ALVAREZ, 2003).

- **pH e a alcalinidades**

O pH é um fator importante no controle do processo anaeróbio, pois assim como a temperatura, influencia a velocidade das reações bioquímicas. Este influencia a atividade enzimática, uma vez que cada enzima é ativa somente num pH específico e limitado (LAY *et al.*, 1997).

De acordo com Van Haandel e Lettinga (1994), o pH está relacionado diretamente com a alcalinidade, pela presença de sistema carbônico (bicarbonatos), e com os ácidos graxos voláteis no biodigestor anaeróbio. Valores de pH abaixo de 6,3 poderão ocasionar a fermentação ácida em relação a metanogênese,

evidenciando-se pelo aumento da concentração dos ácidos graxos voláteis, causando instabilidade, com possível desequilíbrio do sistema.

- **Presença de Nutrientes**

As populações de micro-organismos envolvidos nos processos biológicos de tratamento necessitam de nutrientes presentes no substrato, para a realização do seu metabolismo (REIS, 2012). O nitrogênio e o fósforo são os nutrientes essenciais para todos os processos biológicos. A quantidade desses nutrientes, em relação à matéria orgânica presente influencia na eficiência dos micro-organismos para obter energia para síntese, a partir das reações de oxidação do substrato orgânico (FORESTI *et al.*, 1999).

### **3.4.3 Legislação aplicável aos Resíduos Orgânicos**

- **Lei nº 6894**, de 16 de dezembro de 1980. Dispõe sobre a inspeção e a fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes, remineralizadores e substratos para plantas, destinados à agricultura, e dá outras providências (BRASIL, 1980).
- **Decreto nº 4.954**, de 14 de janeiro de 2004. Altera o Anexo ao Decreto nº 4.954, de 14 de janeiro de 2004, que aprova o Regulamento da Lei nº 6.894/80, que dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, ou biofertilizantes, remineralizadores e substratos para plantas destinados à agricultura (BRASIL, 2004)
- **Resolução CONAMA n. 375**, de 29 de agosto de 2006. Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências (BRASIL, 2006).
- **Instrução Normativa SDA nº 25**, de 23 de julho de 2009, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Aprova as normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura (BRASIL, 2009).

- **Instrução Normativa SDA nº 27**, de 5 de junho de 2006, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Dispõe sobre a importação ou comercialização, para a produção, de fertilizantes, corretivos, inoculantes e biofertilizantes (BRASIL, 2006).
- **Instrução Normativa GM nº 46**, de 6 de outubro de 2011, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Estabelece o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal (BRASIL, 2011).
- **Instrução Normativa GM nº 53**, de 23 de outubro de 2013, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Estabelece disposições e critérios para a inspeção e fiscalização de fertilizantes, corretivos, inoculantes, biofertilizantes e materiais secundários; o credenciamento de instituições privadas de pesquisa; e requisitos mínimos para avaliação da viabilidade e eficiência agronômica e elaboração do relatório técnico-científico para fins de registro de fertilizante, corretivo e biofertilizante na condição de produto novo (BRASIL, 2013).

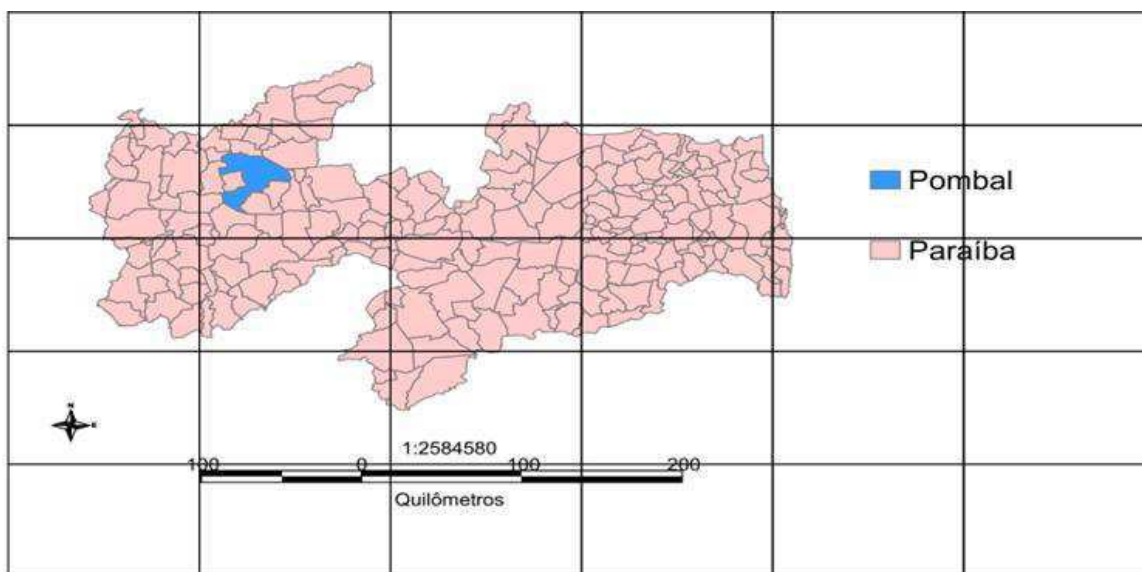


## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Localização da área de estudo

A área de estudo está localizada no município de Pombal, estado da Paraíba, Brasil, conforme apresentado na Figura 5.

**Figura 5 - Localização do Município de Pombal no Estado da Paraíba.**



Fonte: SILVA (2016).

O município de Pombal situa-se a oeste do Estado da Paraíba e pertence a Mesorregião do Sertão Paraibano e a Microrregião de Sousa. Limita-se ao norte com os municípios de Santa Cruz, Lagoa e Paulista, ao leste com Condado e São Bentinho, ao sul com São Bento de Pombal, Cajazeirinhas, Coremas, e São José da Lagoa Tapada e a oeste, com Aparecida e São Francisco. É a quarta cidade mais antiga do estado e foi o primeiro núcleo de habitação do sertão paraibano.

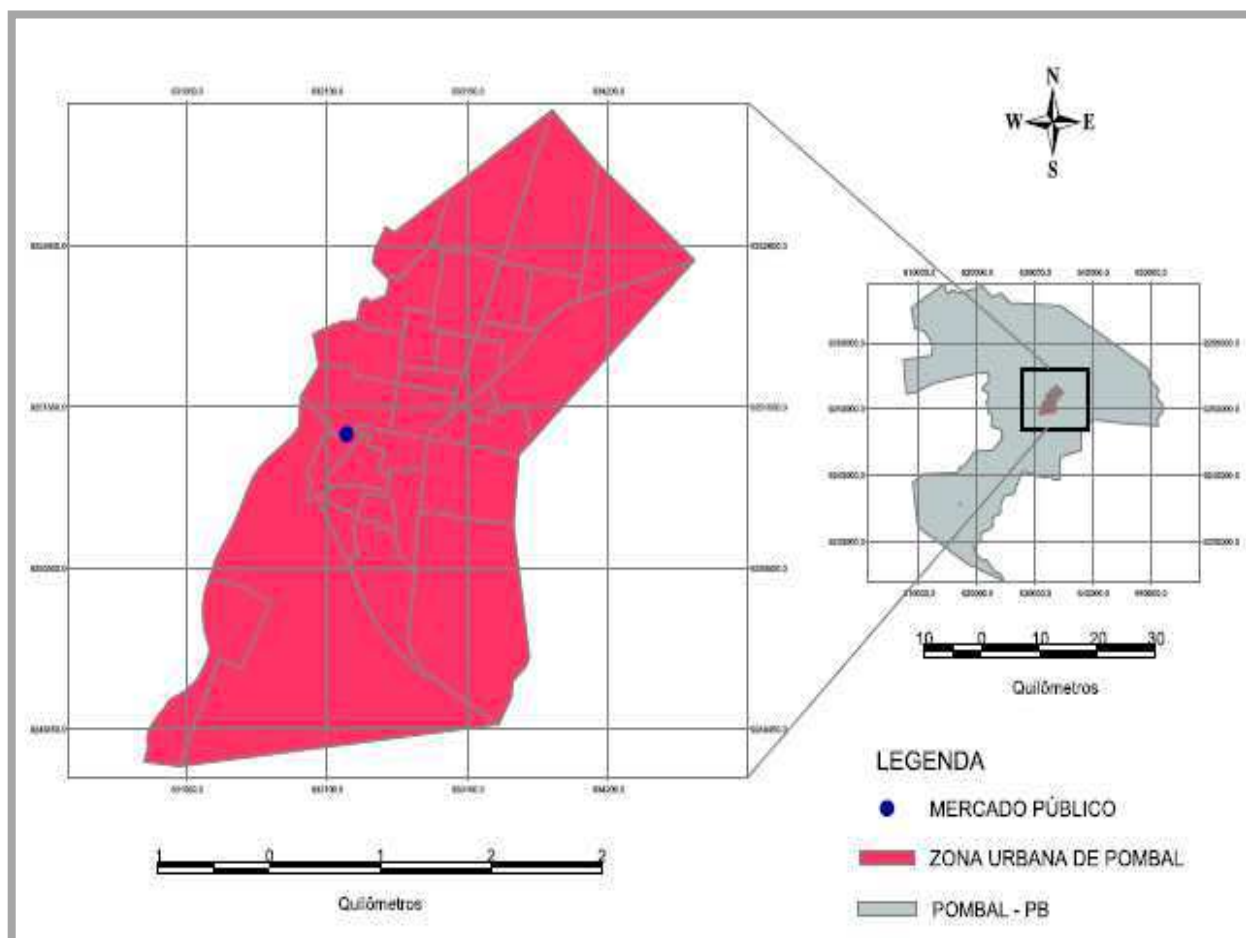
Segundo dados do IBGE (2010) o referido município conta com uma área de territorial de 888,807 km<sup>2</sup>, e com população de 32. 110 habitantes, sendo que 73,87% residem na zona urbana e apenas 26,13% na zona rural.

Pombal está inserido na unidade geoambiental da Depressão Sertaneja, em uma área de embasamento cristalino, constituída por rochas resistentes, e bastantes antigas. O clima do município é o Tropical semiárido, caracterizado por chuvas de verão em pouca quantidade (MME, 2005).

## 4.2 Caracterização da área de estudo

A área de estudo está localizada na Rua Tenente Aurélio Cavalcante, no centro de Pombal-PB, conforme apresenta a Figura 6. Durante a realização deste trabalho de conclusão de curso o Mercado Público possui doze (12) boxes e vinte e cinco (25) bancas para a comercialização de hortifrúteis e onde trabalha quinze (15) trabalhadores diretos.

**Figura 6 – Localização do Mercado Público Municipal de Pombal.**



Fonte: SILVA (2016).

O estabelecimento abre seis dias da semana, exceto aos domingos, com a comercialização em sua parte interna, dos produtos básicos da produção agrícola regional: arroz, feijão, milho, farinha de mandioca, batata doce, mel de abelha, rapadura, queijo, manteiga, fumo de rolo, banana, manga, pinha, cajá, cajarana, goiaba, caju, melão, melancia, coentro, cebola, cebolinha, alho, artesanatos e etc.

O projeto de construção do atual mercado Público da cidade de Pombal surgiu da necessidade de se oferecer a população um local adequado para a comercialização de produtos de consumo básico (ABRANTES, 2009).

No início do século XX, a cidade de Pombal contava com praticamente, quatro ruas definidas e outras casas isoladas. Na rua principal as casas foram construídas de forma conjugada, no meio dessa rua, a Igreja de Nossa Senhora do Bom Sucesso. Na parte de baixo, a Igreja de Nossa Senhora do Rosário e, também, compondo a parte urbanística da cidade estava à Casa do Mercado (hoje, o Pombal Ideal Clube), que aos sábados abrigava a Feira (ABRANTES, 2009).

No ano de 1919, à medida que a cidade foi se estruturando e a população crescendo, o poder público sentiu a necessidade de oferecer aos pombalenses um novo e mais amplo espaço público para servir de Mercado, que oferecesse mais conforto e organização. O projeto, artisticamente elaborado em um modelo moderno para os padrões da época, não constava, no entanto, à parte elétrica, banheiros nem instalações hidráulicas, uma vez que não existia estrutura para isso (ABRANTES, 2009).

Após vinte e três anos de impedimentos administrativos, visto a construção do referido local teve de ser paralisada diversas vezes em virtude da falta de recursos públicos, a inauguração do Mercado Público de Pombal ocorreu no dia 31 de dezembro de 1942, com o discurso do prefeito e autoridades, sendo afixada uma placa comemorativa na lateral de um dos portões da frente do prédio, para celebrar a conclusão da obra que havia sido idealizada em 1919 (ABRANTES, 2009).

Na falta de outro local mais apropriado, o Mercado serviu para diversas festas dançantes. Nos anos de 1970, o poder público municipal concedeu o direito de algumas modificações na estrutura do prédio, sendo aberto em suas laterais vários pontos comerciais para a parte externa (ABRANTES, 2009).

### **4.3 METODOLOGIA**

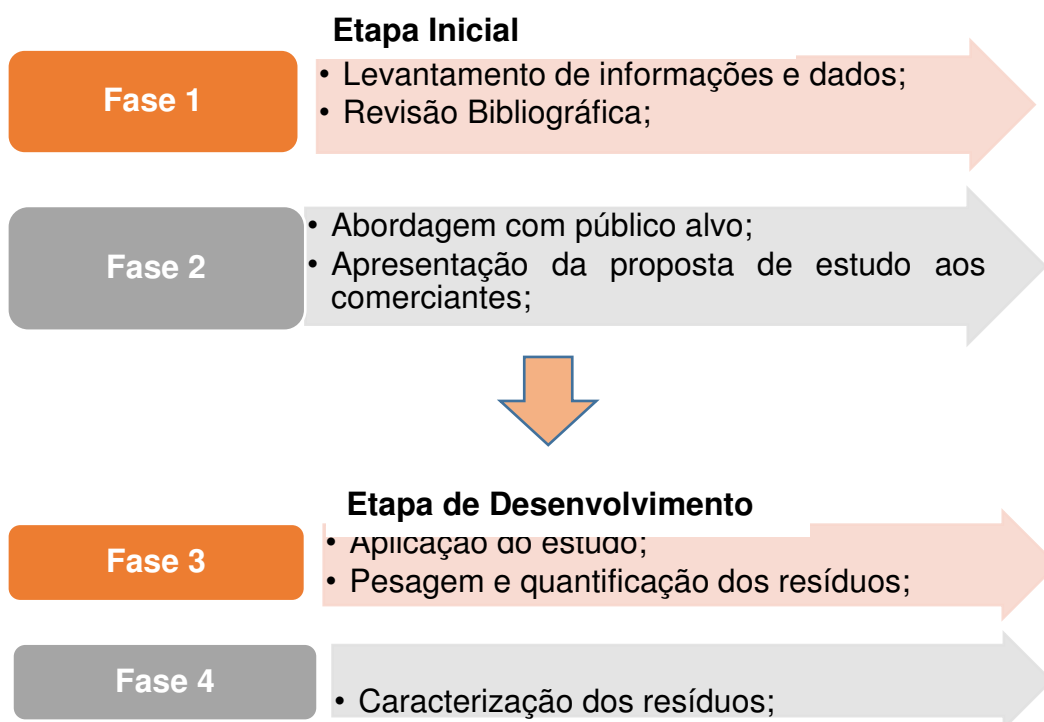
O presente trabalho desenvolveu-se por meio de uma pesquisa do tipo aplicada, a qual busca produzir conhecimentos para aplicação prática, com o objetivo de “contribuir para fins práticos, visando à solução mais ou menos imediata do problema encontrado na realidade” (VILAÇA, 2010).

Utilizou-se uma abordagem quantitativa, que leva em consideração tudo pode ser quantificável. Esse tipo de abordagem tem por escopo traduzir opiniões e informações em números, para então serem classificadas e analisadas, e para isso, são utilizados recursos e técnicas estatísticas (DALFOVO, LANA & SILVEIRA, 2008).

Segundo os objetivos a pesquisa é descritiva, uma vez que busca apresentar as características dos fatos e dos fenômenos, através de levantamentos. Quanto ao procedimento metodológico trata-se de uma pesquisa bibliográfica e experimental. É bibliográfica porque foi elaborada a partir de publicações de livros, artigos de periódicos, anais de eventos e material disponibilizado na Internet. E experimental porque houve a manipulação direta das variáveis relacionadas ao objeto de estudo, através de estudos de campo.

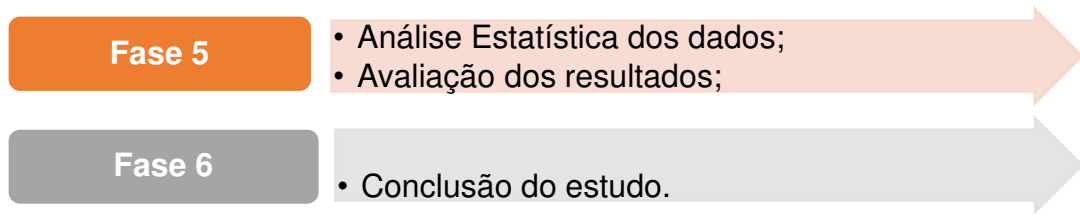
Para execução desta pesquisa foi adotado um procedimento metodológico realizado a partir da definição de 03 (três) etapas previamente estabelecidas, como mostrado no fluxograma a seguir e posteriormente detalhado.

**Figura 7 – Fluxograma das etapas metodológicas**





## Etapa Final



A primeira etapa se deu por meio do levantamento de informações e dados acerca dos resíduos sólidos, juntamente com a revisão da bibliográfica já publicada sobre o referido assunto. Posteriormente, houve a abordagem aos comerciantes do mercado público para tratar da admissibilidade do projeto, levando em consideração a disponibilidade dos proprietários e/ou funcionários para tomar parte da pesquisa. Foram apresentadas as propostas de estudo e posterior seleção da amostra. Fonte: Autoria própria (2016).

Na segunda etapa ocorreu a aplicação do estudo, mediante a escolha prévia com todos os boxes e barracas, nas quais foram selecionadas diariamente as amostras, para então serem pesados e quantificados os resíduos orgânicos provenientes. A pesagem foi realizada durante o período de um mês, entre maio e junho de 2016, sempre no horário de tarde, após o término das atividades comerciais no mercado. Cada comerciante utilizou baldes de dois ou quatro quilos para depositar todos os seus resíduos, os quais foram pesados em balança comum de vidro (G-Life).

Após o término do período de pesquisa, e posteriormente a caracterização dos resíduos, foi realizada a análise dos dados, mediante a elaboração de gráficos e planilhas sobre as informações coletadas. Nesta fase final houve a avaliação dos resultados, com a indicação da quantidade de resíduos orgânicos que são gerados na atividade foco do estudo e quais os tipos de frutas e verduras que formam a composição gravimétrica desses resíduos.

## 5 RESULTADO E DISCUSSÃO

### 5.1 Diagnóstico dos resíduos orgânicos do Mercado Público

As hortifrútiis são locais de comércio tradicional, onde as pessoas costumam se reunir para comprar os mais variados tipos de produtos. No mercado público do município de Pombal é comercializado diversos itens de consumo básico da produção agrícola regional, que vão desde as tradicionais frutas e verduras, até mercadorias como a farinha de mandioca, a rapadura, o queijo, o mel de abelha, a manteiga e o fumo de rolo, etc, conforme é apresentado na Figura 8:

**Figura 8 – Comercialização dos produtos orgânicos no Mercado Público de Pombal**



Fonte: Autoria própria, 2016.

Das mercadorias comercializadas pelos feirantes pombalenses é possível observar que os orgânicos compõem a base de todos os resíduos gerados. Isso ocorre em função da vida útil das próprias frutas e verduras. Mesmo depois de colhidos da sua árvore de origem, muitos frutos ainda mantêm sua atividade metabólica, e durante essa atividade eles emitem o etileno, um gás inodoro e

incolor, que é responsável pela aceleração do processo de amadurecimento, através da quebra das moléculas de clorofila presente na casca do fruto.

Após esta reação o fruto inicia o seu amadurecimento e conseqüente apodrecimento (decomposição). Assim sendo, quando colocamos um fruto que já desencadeou o processo de produção de etileno junto de outros, ele induz os demais a produzirem também o gás, e se nada for feito, todos irão se tornar maduros, e posteriormente, todos começarão a apodrecer (PATRICIA, 2014).

Desta forma, ao final de cada dia de expediente é necessário que todos os feirantes recolham os frutos considerados extremamente maduros e os podres, para impedir que eles venham a danificar os demais. Esses frutos que não estão mais aptos a comercialização compõem a massa orgânica dos resíduos do mercado (PATRICIA, 2014).

Ao longo de um mês foi realizado um processo de quantificação dos resíduos orgânicos produzidos por doze proprietários de boxes dentro do mercado público. Encerrado o expediente, cada comerciante disponibilizava seus resíduos para serem submetidos à pesagem, em balanças comuns. A Figura 9 mostra como se deu a realização da pesagem.

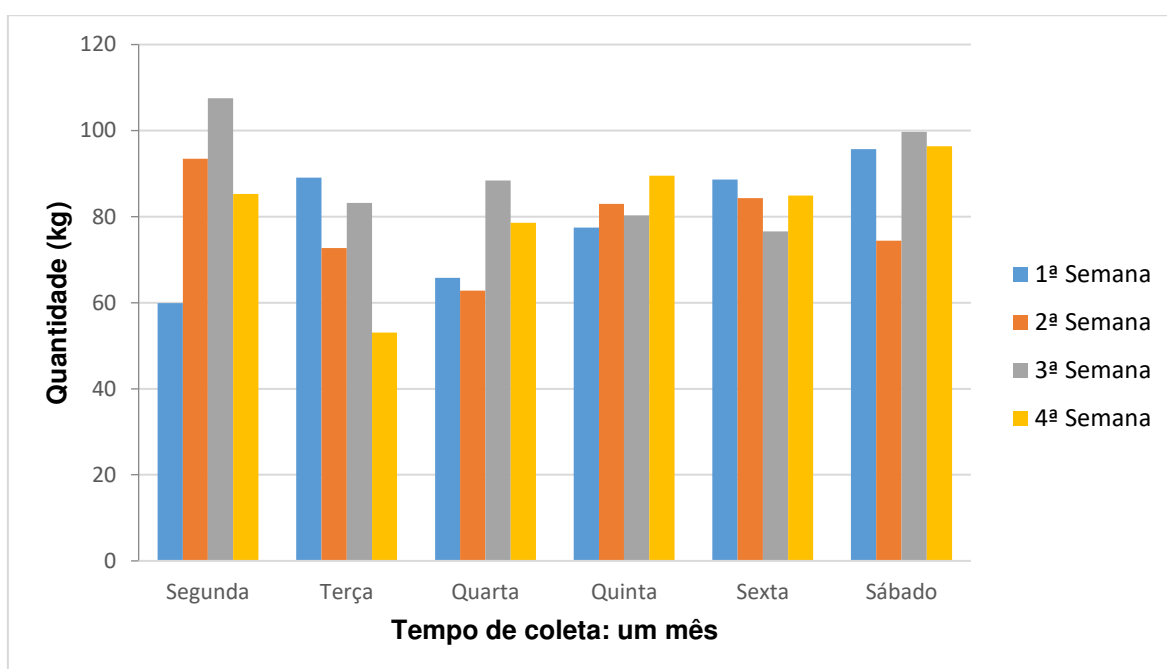
**Figura 9 - Realização da pesagem dos resíduos orgânicos do Mercado Público de Pombal**



Fonte: Aatoria Própria, 2016.

Após concluído o processo de pesagem pode-se notar que a cada dia foram gerados pelos estabelecimentos, uma média de 82,12 kg de resíduos, conforme é apresentado na Figura 10:

**Figura 10 – Quantidade média de resíduos sólidos produzidos no Mercado Público de Pombal durante um mês.**



Fonte: Autoria própria e SILVA, (2016).

Dentre os dias da semana, as segundas e os sábados são os maiores geradores de resíduos. Isso ocorre porque o sábado é o principal dia de comercialização dos produtos, feira local, e conseqüentemente, ao final da feira, é realizada uma limpeza geral nos boxes, resultando no descarte de um grande número de frutas e verduras que não são mais aptas para a compra e consumo.

O grande índice de resíduos gerados também na segunda-feira ocorre porque neste dia também é realizada uma limpeza nos boxes. As frutas em bom estado que sobram do sábado, passam o dia do domingo inteiro dentro do estabelecimento, sem nenhum método de conservação adequado para as mercadorias, e em decorrência do constante processo de amadurecimento, nas segundas-feiras, muitas



delas se encontram bastante amadurecidas ou quase podres, sendo, portanto, necessário o seu descarte.

No Quadro 4, é possível se observar a quantidade exata de resíduos gerados a cada dia da semana, ao longo do mês. Ao final das quatro semanas foi contabilizado um montante de 1970,8Kg de resíduos orgânicos, um valor relativamente alto, tendo em vista que tais resíduos não recebem uma destinação final ambientalmente adequada, resultando em grande desperdício.

**Quadro 4 – Resultado da pesagem de resíduos sólidos produzidos no mercado público de Pombal durante um mês.**

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

Fonte: Autoria própria e SILVA, (2016).

## 5.2 Gerenciamento dos resíduos orgânicos

No tocante ao gerenciamento de resíduos sólidos, a PNRS (2010) estabelece que deve ser obedecida a seguinte ordem: reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Quanto aos resíduos orgânicos do mercado público, pode-se aferir que os comerciantes não possuem a preocupação de obedecer a ordem de etapas estabelecidas pela PNRS. Isso porque, não há medidas que incentivem a não produção de resíduos, nem tampouco a reutilização e a reciclagem. Quanto ao

tratamento e a disposição final, são utilizados métodos não adequados pra tais resíduos.

### 5.2.1 Armazenamento

Os resíduos que são gerados no mercado público são armazenados em baldes de lixo, conforme mostra a Figura 11. Assim se procede, porque os resíduos produzidos são retidos para que posteriormente possam ser entregues a pequenos produtores de animais, para servirem de alimentação para suínos, isso quando não são diretamente coletados pelo serviço público do município, para serem descartados no lixão municipal.

**Figura 11 – Tipo de balde em que são armazenados os resíduos orgânicos**



**Fonte: Autoria própria, 2016.**

### 5.2.2 Coleta

A coleta seletiva é responsável pelo sucesso de empreendimentos de reciclagem, aumentando assim a qualidade e quantidade da matéria-prima disponível (SOUTO; POVINELLI, 2013).

No município de Pombal a coleta regular é realizada de segunda a sexta em todos os bairros da cidade, no período da manhã. Os veículos utilizados são caminhões compactadores de lixo, que possuem grande espaço de armazenamento, na medida em que podem transportar uma quantidade maior de lixo que outros tipos de caminhões empregados na coleta de resíduos sólidos.

Parte dos resíduos sólidos gerados pelos feirantes do mercado público, são coletados 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 impacto visual e risco de poluição/contaminação da população (ISMAEL, 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.

### **5.2.3 Destinação final**

Os resíduos orgânicos que são produzidos pelos feirantes do mercado público de Pombal não possuem uma destinação final ambientalmente adequada, com exceção da pequena quantidade que é destinada à alimentação de porcos, uma vez que nem todos os feirantes destinam tal fim para os seus resíduos. É notório que a destinação final ambientalmente adequada para tais resíduos são a compostagem e a biodigestão, citadas anteriormente no presente trabalho.

Os resíduos gerados que não são coletados pelo serviço público se destinam a alimentação de animais, em especial de porcos. Os produtores desses animais possuem uma parceria com os feirantes, e ao final de cada expediente recebem os resíduos que constituem a lavagem dos suínos.

Esse método de disposição final dos resíduos não é apenas ambientalmente inadequado, é também economicamente desfavorável, uma vez que os feirantes podem aproveitar tais resíduos tanto na compostagem, e assim gerar um composto orgânicos (adubo) para fertilizar os solos, como na biodigestão, produzindo o gás metano, que assim como o composto pode ser vendido, ocorrendo deste modo a aferição de lucro.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Perante o cenário constatado nesse estudo, entende-se que existe a necessidade urgente de medidas de implementação de gerenciamento dos resíduos sólidos orgânicos produzidos pelos feirantes. É necessário que haja maior organização quanto a adoção de métodos de comercialização que busquem produzir o mínimo possível de resíduos, bem como medidas que visem o melhoramento no tratamento e na disposição final dos mesmos.

Através da pesagem diária, foi constatado que a quantidade de resíduos orgânicos produzidos no mercado público variou de 73,9 Kg a 91,5 Kg, correspondente aos dias da semana quarta e sábado, respectivamente,

Durante o período de pesagem dos resíduos sólidos orgânicos, pode-se constatar que o local utilizado pelos feirantes para o armazenamento dos restos de frutas e verduras são adequados, uma vez que os baldes utilizados são devidamente tampados, impedindo assim que tais resíduos fiquem em contato direto com o ambiente e possam atrair vetores de doenças (mosquitos e moscas).

No tocante a destinação final dos resíduos orgânicos, pôde-se verificar que uma parte destes resíduos são coletados por proprietários, que criam porcos, para a alimentação animal e outra parte são coletadas pelo sistema municipal de coleta de lixo.

A implementação de melhores métodos de destinação final dos resíduos orgânicos gerados, principalmente através da prática da compostagem, são de grande importância tanto para o melhoramento da comercialização dos produtos orgânicos por parte dos feirantes, como para sociedade em geral. Uma vez que quando são devidamente gerenciados, os resíduos sólidos não oferecem riscos para a coletividade, podendo até serem fontes de produção de lucros.

## 7 REFERÊNCIAS

ABELPRE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2015**. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2015.pdf>> Acesso em, 20 de agosto de 2016.

ABELPRE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2014**. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2014.pdf>> Acesso em, 20 de agosto de 2016.

ABRAMOVAY, R. **Lixo zero: gestão de resíduos sólidos para uma sociedade mais próspera**. São Paulo: Instituto Ethos, 2013.

ABRANTES, V. **90 Anos do Mercado Público de Pombal**. 2009. Disponível em: <<http://clemildo-brunet.blogspot.com.br/2009/01/90-anos-do-mercado-publico-de-pombal.html>>. Acesso em 20 de agosto de 2016.

BARCELOS, B. R. **Avaliação de diferentes inóculos na digestão anaeróbia da fração orgânica de resíduos sólidos orgânicos**. Dissertação de Mestrado do Programa de Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos da Universidade de Brasília. 2009. 90p.

BENTO, A. L.; TORRES, F. L.; LEMES, R. R.; MAGALHÃES, T. A. **Sistema de Gestão Ambiental para Resíduos Sólidos Orgânicos**. Universidade Federal de Alfenas - Unifal, Alfenas – MG, 2013.

BOSCOV, M. E. G. **Geomecânica dos Resíduos Sólidos Urbanos**. In: \_\_\_\_\_. Geotecnia Ambiental. 1ª edição. Cap. 2. P. 31-62. São Paulo: Oficina dos Textos, 2008.

BRASIL, 2004. **Decreto nº 4.954 - Altera o Anexo ao Decreto nº 4.954, de 14 de janeiro de 2004, que aprova o Regulamento da Lei nº 6.894/80, que dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, ou biofertilizantes, remineralizadores e substratos para plantas destinados à agricultura.** Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2004-2006/2004/decreto/d4954.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2004-2006/2004/decreto/d4954.htm). Acesso em 25 de agosto de 2016.

BRASIL, 1980. **Lei Federal nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980 – Dispõe sobre a inspeção e a fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes, remineralizadores e substratos para plantas, destinados à agricultura, e dá outras providências.** Publicado no Diário Oficial da União – DOU de 17/12/1980. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/1980-1988/L6894.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1980-1988/L6894.htm). Acesso em 25 de agosto de 2016.

BRASIL, 2007. **Lei Federal nº 11.445/2007 – Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico.** Publicado no Diário Oficial da União - DOU de 08/01/2007 e retificado no DOU de 11/01/2007. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm). Acesso em 20 de agosto de 2016

BRASIL, 2010. **Lei Federal nº 12.305/2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos.** Publicado no Diário Oficial da União - DOU de 03/08/2010. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm) Acesso em 25 de abril de 2016.

BRASIL, 2009. **Instrução Normativa SDA nº 25 – Aprova as normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura.** Disponível em: [http://www.inmetro.gov.br/barreirastecnicas/pontofocal/..%5Cpontofocal%5Ctextos%5Cregulamentos%5CBRA\\_194\\_add\\_1.htm](http://www.inmetro.gov.br/barreirastecnicas/pontofocal/..%5Cpontofocal%5Ctextos%5Cregulamentos%5CBRA_194_add_1.htm). Acesso em 26 de agosto de 2016.

BRASIL, 2006. **Instrução Normativa SDA nº 27 – Dispõe sobre a importação ou comercialização, para a produção, de fertilizantes, corretivos, inoculantes e biofertilizantes.** Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=16951>> Acesso em 26 de agosto de 2016.

BRASIL, 2011. **Instrução Normativa GM nº 46 – Estabelece o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção Animal de Vegetal.** Disponível em: <[http://www.agricultura.gov.br/arq\\_editor/file/Desenvolvimento\\_Sustentavel/Organicos/Legislacao/Nacional/Instrucao\\_Normativa\\_n\\_0\\_046\\_de\\_06-10-2011\\_regulada\\_pela\\_IN\\_17.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Organicos/Legislacao/Nacional/Instrucao_Normativa_n_0_046_de_06-10-2011_regulada_pela_IN_17.pdf)>. Acesso em 26 de agosto de 2016.

BRASIL, 2013. **Instrução Normativa GM nº 53 – Estabelece disposições e critérios para a inspeção e fiscalização de fertilizantes, corretivos, inoculantes, biofertilizantes e materiais secundários; o credenciamento de instituições privadas de pesquisa; e requisitos mínimos para avaliação da viabilidade e eficiência agrônômica e elaboração do relatório técnico-científico para fins de registro de fertilizante, corretivo e biofertilizante na condição de produto novo.** Disponível em: < <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=261039> >. Acesso em 26 de agosto de 2016.

BRASIL, 2016. **Ministério do Meio Ambiente. Compostagem.** Disponível em: < [http://www.mma.gov.br/estruturas/secex\\_consumo/arquivos/compostagem.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/secex_consumo/arquivos/compostagem.pdf) > Acesso em 21 de agosto de 2016.

BRASIL, 2016. **Ministério do Meio Ambiente. Gestão de resíduos orgânicos.** Disponível em <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/gest%C3%A3o-de-res%C3%ADduos-org%C3%A2nicos>> Acesso em 25 de abril de 2016.

BRASIL, 2016. **Ministério do Meio Ambiente. Política Nacional de Resíduos Sólidos.** Disponível em <http://www.mma.gov.br/pol%C3%ADtica-de-res%C3%ADduos-s%C3%B3lidos>> Acesso em 01 de maio de 2016.

BRASIL, 2006. **Resolução CONAMA n. 375 - Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências.** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res06/res37506.pdf>>. Acesso em 25 de agosto de 2016.

DALFOVO, M. S.; LANA, R. A.; SILVEIRA, A. **Métodos quantitativos e qualitativos: um resgate teórico.** Revista Interdisciplinar Científica Aplicada, Blumenau, v.2, n.4, p.01- 13, Sem II. 2008.

EIGENHEER, E. M. **A História do Lixo.** Rio de Janeiro: ELS2 Comunicação, 2009. V 1. 144 p.

FELIZOLA, C. de S. **Estudo cinético do tratamento anaeróbio de resíduos sólidos orgânicos.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba. 2006. 89p.

FORESTI, E.; FLORÊNCIO, L.; VAN HAANDEL, A,C.; ZAIAT, M & CAVALCANTI, P.F.F. **Fundamentos do tratamento anaeróbio.** In Campos, J. R. (org). **Tratamento de esgotos sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo.** Rio de Janeiro: PROSAB, p. 29-52. 1999.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2008.

HORTA, E.F. **Subsídios para elaboração de plano municipal de Gestão de resíduos sólidos orgânicos para o Município de Rio Claro – SP.** 55 p. Universidade Estadual Paulista -UNESP, Instituto De Geociências E Ciências Exatas. Rio Claro- São Paulo, 2014.



IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000**. 2002.

INÁCIO, C. T.; MILLER, P. R. M. **Compostagem - Uma Solução para o Lixo Orgânico**. Brasília: Embrapa, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico Brasileiro 2010: Histórico Pombal –Pb**. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/painel/historico.php?lang=&codmun=251210&search=paraiba|pombal|infograficos:-historico>>. Acesso em 22 de agosto de 2015.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONOMICA APLICADA. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos: Relatório de Pesquisa**. Disponível em <[http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/121009\\_relatorio\\_residuos\\_solidos\\_urbanos.pdf](http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/relatoriopesquisa/121009_relatorio_residuos_solidos_urbanos.pdf)> Acesso em 20 de agosto de 2016.

ISMAEL, D. A. M. **Proposta de um plano de recuperação de área degradada para o “lixão” de Pombal-PB**. 74 fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-PB. 2016.

LAY, J. J. et al. **Analysis of environmental factors affecting methane production from high-solids organic waste**. Japan Elsevier Science. V. 36, nº 6 – 7, p. 493 – 500. 1997.

MASSUKADO, L. M. **Desenvolvimento do processo de compostagem em unidade descentralizada e proposta de software livre para o gerenciamento municipal dos resíduos sólidos domiciliares**. 2008. 182p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

MATA-ALVAREZ, J. **Biomethanization of the organic fraction of municipal solid wastes**. IWA Publishing. Cornwall. 2003.

MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. **Projeto Cadastro e Fontes de Abastecimentos por Água Subterrânea: Diagnóstico do Município de Pombal.** Recife, 2005.

OLIVEIRA, E. C. A.; SARTORI, R. H.; GARCEZ, T. B. **Compostagem.** Universidade De São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Quieroz, Programa de Pós-Graduação em solos e nutrição de plantas. Piracicaba – SP, 2008.

PATRICIA, K. 2014. **Porque um fruto podre estraga todos os outros?** Disponível em: <<http://diariodebiologia.com/2014/04/por-que-um-fruto-podre-estraga-todos-os-outros/>> Acesso em 25 de agosto de 2016.

PEREIRA, S. S.; MELO, J. A. B. **Gestão dos resíduos sólidos urbanos em Campina Grande/PB e seus reflexos socioeconômicos.** 25 p. Universidade Estadual da Paraíba – UEPB. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional. Campina Grande, 2008.

PICCIAFUOCO, B. F. **Avaliação Dos Resíduos Sólidos Gerados No Restaurante Universitário Da Unesp De Rio Claro: Uma Análise Do Potencial De Compostagem.** 58 p. Universidade Estadual Paulista – UNESP, Instituto De Geociências E Ciências Exatas. Rio Claro- São Paulo, 2013.

PERS/PB – PLANO ESTADUAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO ESTADO DA PARAÍBA. **Relatório Síntese**, 2014. Disponível em: <<http://paraiba.pb.gov.br/wp-content/uploads/2013/01/PLANO-ESTADUAL-VERSAO-PRELIMINAR.pdf>> Acesso em 13 de setembro de 2016.

REIS, A. S. **Tratamento de resíduos sólidos orgânicos em biodigestor anaeróbio.** 63 p. Universidade Federal do Pernambuco. Programa De Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental. Caruaru – PE. 2012.

RUSSO, M. A. T. **Tratamento de Resíduos Sólidos**. 196 p. Universidade de Coimbra. Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil, Lisboa, 2003.

SANTOS, A. C. **Geração de Metano devido a digestão anaeróbia de Resíduos Sólidos Urbanos - Estudo de caso do Aterro Sanitário Metropolitano Centro, Salvador-Bahia**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Bahia, Salvador. 2011. 154p.

SANTOS, J. L. D. **Caracterização Físico-Química e Biológica em Diferentes Laboratórios de Produtos Obtidos a partir da Compostagem de Resíduos Orgânicos Biodegradáveis**. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto - Departamento de Zoologia e Antropologia. Porto, 2007, 144 p.

SILVA, R. M. A. **Entre o combate à seca e a convivência com o semiárido: transições paradigmáticas e sustentabilidade do desenvolvimento**. Universidade de Brasília, Centro de Desenvolvimento Sustentável. Brasília. p. 298. 2006.

SILVA, W. R. **Estudo cinético do processo de digestão anaeróbia de resíduos sólidos vegetais**. Tese de Doutorado. Universidade Federal da Paraíba. 159 p. 2009.

SOUTO, G.D.B., POVINELLI, J. **Resíduos sólidos**. In: ASHBY, M.F. Engenharia ambiental: conceitos, tecnologia e gestão/ coordenadores Maria do Carmo Calijuri, Davi Gasparini Fernandes Cunha. p.565-588. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

TENÓRIO, J. **Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos no Mundo**. In: Congresso Interamericano de Resíduos Sólidos, 2, Chile, 2008.

UPAN – União Protetora de Ambiente Natural. **Resíduos: como lidar com recursos naturais**. 2008. Disponível em:

<<https://www.google.com.br/search?q=hUnião+Protetora+de+Ambiente+Natural+-+UPAN+-+2008> > Acesso em: 20 de agosto de 2016.

VAN HAANDEL, A. C. e LETTINGA, G. **Tratamento anaeróbio de esgotos: um manual para regiões de clima quente.** Campina Grande: Epgraf. 1994.

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

VILAÇA, M. L. C. **Pesquisa e ensino: considerações e reflexões. e-escrita** revista do curso de Letras da UNIABEU Nilópolis, v. I, n.2, 2010.