

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

VÍTOR MOREIRA BORSATO

**ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA-ECONÔMICA-FINANCEIRA DA
IMPLANTAÇÃO DE UM EMPREENDIMENTO DE COMPOSTAGEM DE
RESÍDUOS ORGÂNICOS A SER INSTALADO NA CIDADE DE PONTA
GROSSA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PONTA GROSSA

2015

VÍTOR MOREIRA BORSATO

**ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA-ECONÔMICA-FINANCEIRA DA
IMPLANTAÇÃO DE UM EMPREENDIMENTO DE COMPOSTAGEM DE
RESÍDUOS ORGÂNICOS A SER INSTALADO NA CIDADE DE PONTA
GROSSA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção, do Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Poletto Tesser

PONTA GROSSA

2015

Espaço destinado a elaboração da ficha catalográfica sob responsabilidade exclusiva do Departamento de Biblioteca da UTFPR.



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO
PARANÁ
CÂMPUS PONTA GROSSA
Departamento Acadêmico de Engenharia de Produção



TERMO DE APROVAÇÃO DE TCC

ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA ECONÔMICA FINANCEIRA DA
IMPLANTAÇÃO DE UM EMPREENDIMENTO DE COMPOSTAGEM DE
RESÍDUOS ORGÂNICOS A SER IMPLANTADO NA CIDADE DE PONTA
GROSSA.

por

Vitor Moreira Borsato

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 08 de dezembro de 2015 como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.


Prof. Dr. Daniel Poletto Tesser
Prof. Orientador


Prof. Dr. Cassiano Moro Piekarski
Membro titular


Prof. Dr. Javier Gutierrez Castro
Membro titular

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha família, por torcer e vibrar comigo a cada vitória.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Daniel Poletto Tesser, pela paciência e pela parceria em desenvolver esse projeto.

Aos meus colegas, em especial ao Leonardo Alves e ao João Paulo Perez, pela ajuda e quebras de galho.

As empresas Ponta Grossa Ambiental S/A e Zero Resíduos S/A, em especial ao grande time de profissionais que compõe cada uma delas.

E enfim, a todos que de alguma maneira contribuíram para que este trabalho fosse feito.

“O trabalho dignifica o homem. “
Max Veber

RESUMO

BORSATO, Vítor. **Análise de viabilidade técnica-econômica-financeira da implantação de um empreendimento de compostagem de resíduos orgânicos a ser instalado na cidade de Ponta Grossa.** 2015. 121 páginas. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2015.

Os resíduos sólidos estão ganhando cada vez mais destaque nas discussões acerca da sustentabilidade ambiental, tanto pela problemática envolvendo a disposição final inadequada como a dificuldade em se aplicar processos de tratamento e transformação de alguns tipos de resíduos para que os mesmos voltem aos processos produtivos. O presente estudo, desenvolvido na cidade de Ponta Grossa no estado do Paraná, aborda aspectos conceituais desde a classificação dos resíduos, sua composição ante a realidade brasileira e cidade do estudo, legislação e regulamentações e embasamento teórico. A metodologia utilizada na pesquisa foi classificada como documentação indireta para a pesquisa bibliográfica, pesquisa documental e pesquisa junto a fornecedores, como documentação direta por se tratar de uma pesquisa de campo (do tipo quantitativa-descritiva) e observação direta extensiva por utilizar questionários junto aos geradores de resíduos orgânicos e consumidores de composto de matéria orgânica. A partir dos dados levantados, o estudo de viabilidade foi feito e simuladas as diversas variações possíveis do processo a fim de confirmar se existe viabilidade de implantação de um empreendimento para tratamento de resíduos orgânicos na cidade de Ponta Grossa. A implantação do processo se mostrou viável do ponto de vista técnico, pois podem ser cumpridas todas as exigências e também viável do ponto de vista econômico e financeiro, considerando as premissas consideradas, pois atinge-se índices e resultados considerados aceitáveis.

Palavras-chave: Viabilidade. Tratamento. Resíduos. Compostagem.

ABSTRACT

BORSATO, Vitor. **Analysis of technical - economic and financial viability of the establishment of an organic waste composting plant to be installed in Ponta Grossa.** 2015. 121 pages. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) – Federal Technology University - Paraná. Ponta Grossa, 2015.

Solid wastes are gaining more prominence in discussions of environmental sustainability, both for problems involving the disposal inadequate as the difficulty in applying treatment processes and transformation of some types of waste so that they return to production processes. This study, conducted in the city of Ponta Grossa in the state of Parana, covers conceptual aspects from the classification of waste, its composition before the Brazilian reality and city of the study, laws and regulations and theoretical basis. The methodology used in the study was classified as indirect documentation for bibliographic research, desk research and survey of vendors such as direct documentation because it is a field research (the quantitative-descriptive) and extensive direct observation by using questionnaires to the Organic waste generators and consumers compound of organic matter. From the data collected, the feasibility study has been done and simulated several possible variations of the process to confirm that there is implementation feasibility of an enterprise for treatment of organic waste in the city of Ponta Grossa. The implementation of the process proved feasible from a technical point of view, it can be met all requirements and viable from an economic and financial point of view, considering the assumptions used, as is achieved indexes and results deemed acceptable.

Keywords: Viability. Treatment. Waste. Composting.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1–Etapas do Trabalho	24
Figura 2 – Ilustração de um Aterro Sanitário	34
Figura 3 – Representação do Processo de Compostagem	37
Figura 4 – Representação das Fases da Compostagem	38
Figura 5 – Representação do Processo de Compostagem pelos Microrganismos	40
Figura 6 – Representação do Processo de Compostagem pelos Microrganismos	43
Figura 7 – Diagrama para Utilização do Composto de RSU	52
Figura 8 – Mapa de Limites da Cidade de Ponta Grossa	57
Figura 9 – Dimensões das Leiras	64
Figura 10 – Disposição das Leiras Dentro do Barracão	66
Figura 11 – Fluxograma Resumido do Processo	68
Figura 12 – Layout Básico do Empreendimento	69
Figura 13 – Demonstração das Bandeiras e Placas dos Lotes	74
Figura 14 – Demonstração do Soprador	76
Figura 15 – Representação dos Dutos	76
Figura 16 – Demonstração dos Dutos de Aeração Forçada sob a Leira	77
Figura 17 – Vista Lateral de uma Leira	77
Figura 18 – Vista Superior de uma Leira	78
Figura 19 – Fatura de Energia Elétrica do Terreno a Ser Implantando o Empreendimento	80
Figura 20 – Demonstração do Método de Verificação de Umidade	81

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Definição dos Resíduos Sólidos quanto à origem segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos.....	27
Quadro 2 – Participação dos Principais Resíduos nos RSU Coletados em 2012 no Brasil.	28
Quadro 3 – Dados Iniciais para Estudo Gravimétrico.....	29
Quadro 4 – Resultado Percentual de Estudo Gravimétrico.	29
Quadro 5 – Modalidades de Licenciamento de Composteiras de Acordo com o Porte.	45
Quadro 6 – Limites Máximos De Contaminantes Admitidos Em Fertilizantes Classe C.	50
Quadro 7 – Quantidade Total de Resíduos Aterrados no Aterro Municipal.....	58
Quadro 8 – Potencial de Geração de Resíduos Orgânicos em Ponta Grossa e Região	60
Quadro 9 – Estimativa de Coleta de Resíduos Orgânicos em Ponta Grossa e Região	61
Quadro 10 – Custos Estimados para Desenvolvimento de EIA/RIMA da Composteira	62
Quadro 11 – Horários de Execução das Atividades no Empreendimento.....	71
Quadro 12 – Estimativa de Tempo de Utilização da Retro 1.....	73
Quadro 13 – Estimativa de Tempo de Utilização da Retro 2.....	75
Quadro 14 – Critérios de Definição de Vazão de Ar.....	79
Quadro 15 – Custo Estimado do Sistema de Aeração Forçada.....	79
Quadro 16 – Memória de Cálculo – Consumo de Energia Elétrica.....	80
Quadro 17 – Custos da Estrutura Básica do Empreendimento.....	86
Quadro 18 – Custos com EIA RIMA, Licenças, Alvarás e Registro.....	87
Quadro 19 – Custos com Aquisição de Equipamentos.....	87
Quadro 20 – Custos com Depreciação de Estrutura e Equipamentos.....	88
Quadro 21 – Outros Custos Fixos.....	89
Quadro 22 – Custos com Mão de Obra.....	89
Quadro 23 – Resumo dos Custos Fixos.....	90
Quadro 24 – Custos com Manutenção.....	90
Quadro 25 – Custos com Embalagem.....	91
Quadro 26 – Custos com Óleo Diesel.....	91
Quadro 27 – Custos com Pneus.....	92
Quadro 28 – Outros Custos Variáveis.....	92
Quadro 29 – Resumo dos Custos Fixos.....	93
Quadro 30 – Resumo das Fontes de Receitas e Seus Valores.....	94
Quadro 31 – Projeção de Receita de Recebimento de Matéria Orgânica.....	95
Quadro 32 – Projeção Produção de Composto.....	95

Quadro 33 – Projeção de Receita com Vendas a Granel.....	96
Quadro 34 – Projeção de Receita de Venda de Composto Empacotado.....	96
Quadro 35 – Projeção de Receita Total do Empreendimento	97
Quadro 36 – Cálculo do Valor das Parcelas de Financiamento	98
Quadro 37 – Cálculo do Custo de Remuneração de Capital Investido	98
Quadro 38 – Cálculo do Valor da Parcela de Capital de Giro	99
Quadro 39 – Projeção de Crescimento Anual	99
Quadro 40 – Descrição de Alíquotas de Impostos	100
Quadro 41 – Análise de Viabilidade – Ano 00 a 04	101
Quadro 42 – Análise de Viabilidade – Ano 05 a 10	101
Quadro 43 – Quadro Resumo da Análise Financeira	102
Quadro 44 – Taxa de Juros para Cálculo de VPL	102
Quadro 45 – Indicadores de Retorno do Investimento	103
Quadro 46 – Cálculo do Payback Descontado.....	103
Quadro 47 – Lucratividade Anual do Empreendimento	104
Quadro 48 – Fluxo de Caixa – Ano 00 a 05	106
Quadro 49 – Fluxo de Caixa – Ano 06 a 10	107

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparativo Revolvimento Mecânico X Aeração Forçada	65
Tabela 2 – Comparativo Piso de Concreto X Geomembrana de PEAD	67
Tabela 3 – Recursos Alocados para Portaria, Vestiário e Banheiros	67

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Fluxo de Caixa Econômico	104
--	-----

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

LISTA DE ABREVIATURAS

°C	Grau Celsius
hab.	Habitante
Kg	Quilograma
Km ²	Quilômetros Quadrados
mm	Milímetros
mg	Miligramas
T	Toneladas
t	Toneladas
TON	Toneladas

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
LI	Licença de Instalação
LO	Licença de Operação
LP	Licença Prévia
OMS	Organização Mundial da Saúde
PEAD	Polietileno de Alta Densidade
PGA	Ponta Grossa Ambiental S/A
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
RECPS	Resíduos de Estabelecimento Comerciais e Prestadores de Serviço
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
SDA	Secretaria de Desenvolvimento Agrário
SNVS	Sistema Nacional de Vigilância Sanitária
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
VPL	Valor Presente Líquido

LISTA DE ACRÔNIMOS

ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
CAPEX	<i>Capital Expenditure</i>
CEMA	Conselho Estadual de Meio Ambiente
CEMPRE	Compromisso Empresarial para Reciclagem
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
EPAGRI	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
LAS	Licença Ambiental Simplificada
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
OPEX	<i>Operational Expenditure</i>
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
SINAPE	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
SISNAMA	Sistema Nacional de Meio Ambiente
TIR	Taxa Interna de Retorno
UNESCO	<i>United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	20
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO.....	20
1.2 JUSTIFICATIVA.....	22
1.3 OBJETIVOS.....	22
1.3.1 Objetivo Geral.....	22
1.3.2 Objetivos Específicos.....	22
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	23
1.5 ETAPAS DO TRABALHO.....	23
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	25
2.1 RESÍDUOS.....	25
2.1.1 Composição e Classificação.....	26
2.1.2 Similaridade entre Resíduos Sólidos Urbanos e Resíduos de Estabelecimentos Comerciais e Prestadores de Serviço na cidade de Ponta Grossa.....	30
2.2 MÉTODOS DE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	33
2.2.1 Reciclagem:.....	33
2.2.2 Aterro Sanitário:.....	33
2.2.3 Incineração:.....	35
2.3 COMPOSTAGEM.....	36
2.3.1 Tipos de processos de compostagem.....	39
2.3.2 Fatores de qualidade do processo.....	39
2.3.2.1 Organismos.....	40
2.3.2.2 Umidade.....	40
2.3.2.3 Aeração.....	41
2.3.2.4 Temperatura.....	41
2.3.2.5 Relação carbono e nitrogênio.....	42
2.3.2.6 Redução do volume das leiras.....	42
2.3.2.7 Tamanho das partículas.....	43
2.3.2.8 pH.....	43
2.3.2.9 Tempo de duração do processo.....	44
2.3.3 Rendimento do Processo.....	44
2.4 IMPLANTAÇÃO DA COMPOSTEIRA DE RESÍDUOS ORGÂNICOS.....	44
2.4.1 Usina de compostagem.....	44
2.4.2 Recepção, Administração e Estruturas de Apoio.....	46
2.4.3 Área Para Movimentação De Veículos.....	47
2.4.4 Pátio De Compostagem.....	47
2.4.5 Disposição Das Leiras.....	48
2.4.6 Controle De Lixiviados, Efluentes e Rejeitos.....	48
2.4.7 Controle De Águas Pluviais.....	49

2.4.8 Controle De Odores	49
2.4.9 Controle Do Composto Final.....	50
2.5 USO DO COMPOSTO ORGÂNICO.....	51
2.6 ESTUDO DE VIABILIDADE	53
3 MATERIAIS E METÓDOS.....	55
3.1 METODOLOGIA	55
3.1.1 Método de abordagem.....	55
3.1.2 Hipótese:.....	55
3.1.3 Métodos de procedimento:.....	55
3.1.4 Técnicas de Pesquisa.....	55
3.1.4.1 Documentação indireta:	55
3.1.4.2 Documentação direta:	56
3.1.4.3 Observação direta extensiva:.....	56
3.2 OBJETO DE ESTUDO.....	57
4 ESTRUTURAÇÃO DO PROJETO	59
4.1 LEVANTAMENTO DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS	59
4.2 VIABILIDADE TÉCNICA DO EMPREENDIMENTO.....	61
4.2.1 Local de Instalação.....	61
4.2.2 Licenciamento.....	62
4.2.3 Estrutura Básica.....	63
4.2.3.1 Tecnologia.....	63
4.2.3.2 Cobertura	65
4.2.3.3 Piso	66
4.2.3.4 Portaria, vestiários e banheiros.....	67
4.3 ESTRATÉGIA COMERCIAL DO NEGÓCIO.....	68
4.4 PROCEDIMENTO OPERACIONAL DA USINA	68
4.4.1 Recepção de Resíduos.....	70
4.4.2 Descarga de Material	71
4.4.3 Manuseio do Material / Acomodação nas Leiras	71
4.4.4 Sistema de Aeração Forçada.....	75
4.4.5 Controle de Umidade	81
4.4.6 Embalagem e Expedição	82
4.4.7 Controle de Produção e Qualidade.....	82
4.4.8 Venda do Composto	84
4.5 PESQUISA DE MERCADO - FORNECEDORES	85
4.6 MONTAGEM DA PLANILHA DE ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRA	86
4.6.1 Estrutura Básica.....	86
4.6.2 Equipamentos	87
4.6.3 Depreciação.....	88
4.6.4 Outros Custos Fixos	88
4.6.5 Custos de Mão de Obra.....	89

4.6.6	Resumo de Custos Fixos	89
4.6.7	Custos Variáveis	90
4.6.8	Resumo de Custos Variáveis.....	92
4.7	RECEITAS	93
4.8	CAPTAÇÃO DE RECURSOS	97
4.9	ESTUDO DE VIABILIDADE	99
4.9.1	Análise Econômica	99
4.9.2	Fluxo de Caixa Econômico-Financeiro	105
4.10	CONCLUSÕES SOBRE A ANÁLISE FINANCEIRA	108
5	CONCLUSÕES.....	110
6	REFERÊNCIAS	111
	APÊNDICE A - Roteiro da Entrevista – Geradores de Resíduos Orgânicos ...	118
	APÊNDICE B - Roteiro da Entrevista – Compradores de Composto Orgânico	120

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Os resíduos sólidos fazem parte do cotidiano do ser humano desde o início da formação das cidades. Porém, com o aumento expressivo da população mundial, ampliado com o desenvolvimento dos sistemas produtivos a partir da revolução industrial e com as políticas de incentivo ao consumo, esse problema se tornou mais grave e muito mais preocupante.

Para exemplificar a dimensão da problemática de resíduos sólidos, a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais – ABRELPE (2013) descreve que apenas o Brasil, somente em 2013, produziu mais de 76 milhões de toneladas de. Isso representa aproximadamente 209.280t./dia. Porém apenas parte disso é coletada: aproximadamente 189.219t./dia são coletados e uma parte menor ainda recebe tratamento adequado: aproximadamente 110.232t./dia.

As organizações mundiais, dentre elas a OMS (Organização Mundial da Saúde) e a UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura) tem participado dos debates acerca dessa problemática e tem demonstrando que esse é um dos assuntos prioritários em suas pautas. Muitos países europeus já conseguiram melhorar significativamente o passivo causado pelos resíduos sólidos, investindo constantemente no desenvolvimento científico de tecnologias de tratamento e reutilização, apresentando muitas vezes soluções viáveis e executáveis do ponto de vista econômico.

Os resíduos sólidos, segundo a Lei Federal nº 12.305/2010, em seu inciso XVI, Artigo 3º, são: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade (...) nos estados sólido ou semissólido, gases contidos em recipientes e líquidos.

O Brasil apresenta uma característica bem específica quanto a composição dos seus resíduos: segundo ABRELPE (2013) mais da metade dos resíduos sólidos gerados no Brasil são caracterizados como resíduos orgânicos - resíduo orgânico é todo resíduo produzido a partir de origem vegetal ou animal e pode ser decomposto

(NETO, et al., 2007), ou seja, mais da metade de todo resíduo gerado no país pode passar pelo processo mais simples de tratamento e voltar a cadeia produtiva.

Dentro do processo de compostagem de resíduos orgânicos, o resíduo sofre um processo natural de decomposição, transformando-se em adubo ou composto de correção de solo. O processo pode ocorrer de maneira natural, mas pode facilmente ser acelerado a partir de um procedimento de revolvimento durante o processo, desta forma resíduos transformam-se em composto orgânico em aproximadamente 120 dias. Quando operado de forma correta o processo não gera passivos, como chorume (Chorume - líquido resultante da infiltração de águas pluviais no maciço de resíduos, da umidade dos resíduos e da água de constituição de resíduos orgânicos liberada durante sua decomposição, também denominado lixiviado ou percolado (RESOLUÇÃO CEMA 090/2013)) ou gases.

Obviamente, existem dificuldades no processo de gestão dos resíduos de maneira geral, desde a identificação e quantificação, conscientização da população quanto a classificação e separação, o processo de coleta e transporte, o tratamento, a destinação e reinserção do subproduto gerado no mercado.

Outra problemática é a contaminação dos resíduos orgânicos com outros tipos de resíduos. Quando estes são mal acondicionados ou quando compactados juntos, podem ocorrer contaminações impossíveis de serem revertidas. Por exemplo, as lâmpadas fluorescentes que possuem mercúrio, quando compactadas juntamente com resíduos orgânicos, contaminam a matéria prima do processo de compostagem, e o mercúrio não poderá mais ser removido. Desta forma, o produto final (composto orgânico) estará também contaminado. Para solucionar esse problema deve-se passar os resíduos por um processo de segregação criteriosas antes de colocá-los no processo de tratamento.

Neste contexto, este trabalho busca analisar a viabilidade técnica-econômica-financeira da implantação de um empreendimento de compostagem de resíduos orgânicos a ser instalado na cidade de Ponta Grossa.

1.2 JUSTIFICATIVA

Com a notória sensibilização da população mundial na busca de sustentabilidade ambiental, a busca e investimentos em tecnologias que permitam reutilização de todos os tipos de resíduos é imprescindível. Atrelado a isso, no Brasil existe uma grande dificuldade de investimento por parte dos poderes públicos, devido principalmente ao alto custo das tecnologias de tratamento ou destinação final de resíduos sólidos urbanos e isso abre oportunidades para que a iniciativa privada explore este mercado.

Muitas empresas estão investindo para trazer ao mercado tecnologias não somente de reaproveitamento de materiais como também sua total segregação e reinserção no mercado na forma de matéria prima. Para tanto, é primordial iniciar o planejamento através de um estudo de viabilidade, sendo esta uma ferramenta que pode apresentar dados decisivos na tomada de decisão.

A partir dessa iniciativa, os resíduos orgânicos especialmente, podem passar por processos simples e barato de tratamento e possuem um mercado de consumo do produto final em expansão. A formação do engenheiro de produção só vem a contribuir, pois permite tornar o processo ainda mais eficiente, com redução de custos e controle da qualidade do produto produzido.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

- Analisar a viabilidade técnica-econômica-financeira da implantação de um empreendimento de compostagem de resíduos orgânicos a ser instalado na cidade de Ponta Grossa.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar os geradores de resíduos orgânicos em Ponta Grossa;
- Avaliar o mercado de destinação de resíduos orgânicos;

- Avaliar o potencial de recebimentos de resíduos orgânicos passíveis de transformação em composto;
- Identificar o mercado de consumo de composto orgânico;
- Identificar os diferentes processos de tratamento para resíduos orgânicos, métodos de aperfeiçoamento e definir o mais adequado visto a realidade aplicada;
- Analisar a viabilidade da implantação do processo escolhido e seus investimentos de implantação e custos de operação.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho foi estruturado em seis capítulos. Primeiramente, no capítulo 1 foram fornecidas as contextualizações sobre o tema do trabalho, objetivo geral, objetivos específicos e a justificativa que levou a realização do mesmo.

O capítulo 2 apresentará a revisão bibliográfica a respeito do tema.

O capítulo 3 mostrará a metodologia do estudo e as limitações de pesquisa.

O capítulo 4 será estruturado o projeto, incluindo as avaliações, estimativas de custos e posteriores análises.

O capítulo 5 apresentará a conclusão acerca do trabalho e no capítulo 6 serão apresentadas as referências bibliográficas utilizadas.

1.5 ETAPAS DO TRABALHO

O presente trabalho se subdividiu de acordo com as etapas apresentadas na Figura 1, possibilitando manter-se organizado e seguindo um fluxo coerente para o seu desenvolvimento da seguinte forma:

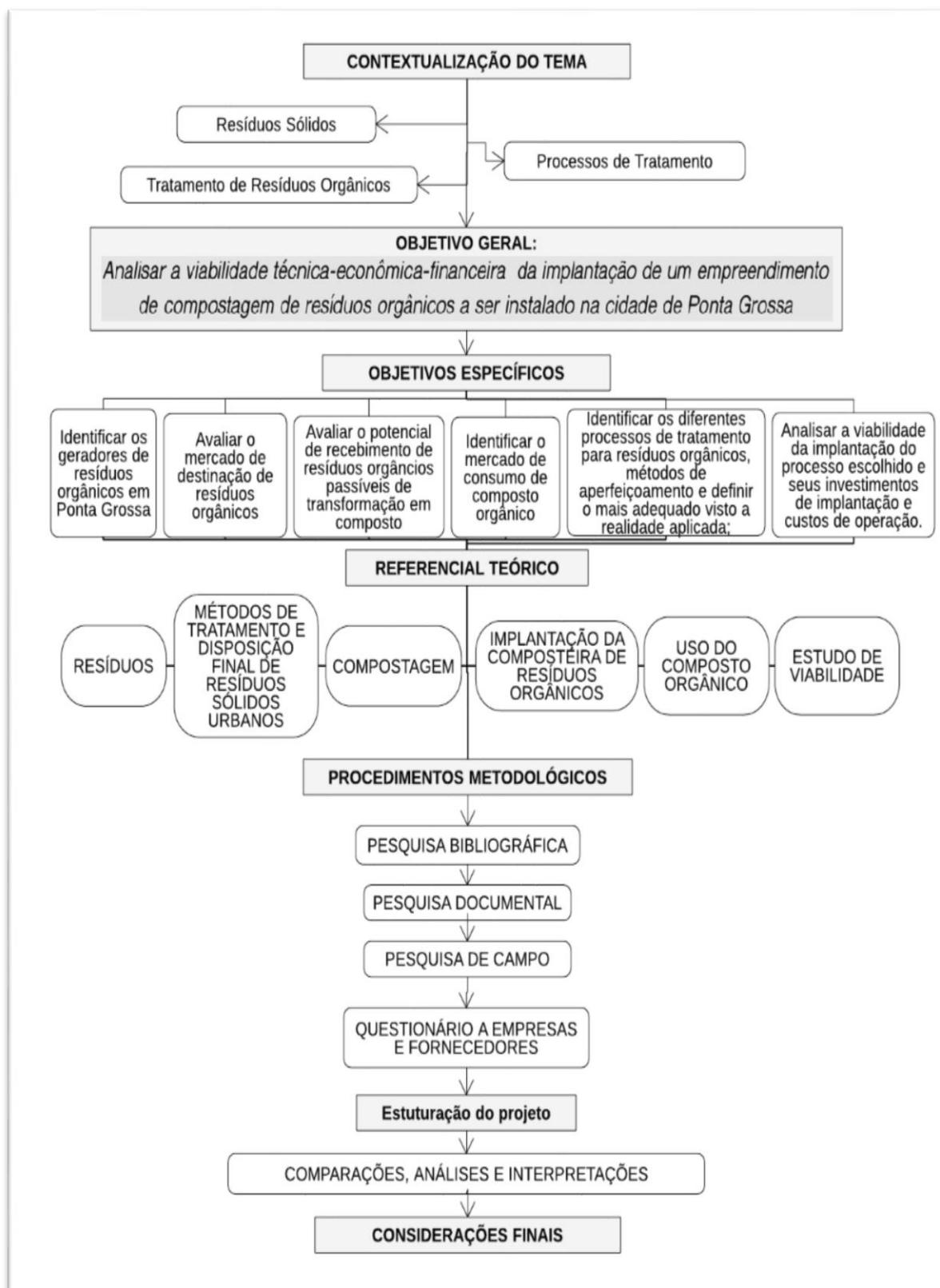


Figura 1–Etapas do Trabalho
Fonte: Autoria Própria

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta seção serão apresentados os resultados da pesquisa bibliográfica feita acerca dos temas pertinentes ao trabalho. Os itens da pesquisa serão apresentados subitens e seus respectivas subseções. São eles:

- Resíduos
- Métodos de tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos
- Compostagem
- Implantação da composteira de resíduos orgânicos
- Uso do composto orgânico
- Estudo de viabilidade

2.1 RESÍDUOS

Para grande parte da população, resíduos são intitulados como sendo simplesmente lixo. Segundo Naime (2005), lixo é uma palavra originada de *lix* (latim), que significa cinza ou lixívia.

Para Calderoni (2003), lixo é apenas um material mal-amado, que todos querem descartar e se verem livres dele. A partir deste conceito, o EPAGRI (2006) define como lixo todo resíduo descartado pelos seres humanos que acreditam não ter mais serventia ou valor comercial.

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), através da NBR 10.004, os resíduos sólidos são definidos como:

Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos e corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face a melhor tecnologia disponível (NBR 10.004, 2004, p.1).

Para Monteiro et al. (2001) essa classificação diferenciada entre lixo e resíduos, sendo esse quando não há processo de reutilização e aquele quando há, é muito contraditória. Pode ser que para quem destina certo resíduo considere-o indesejável e inútil e mas para quem o recebe pode ser matéria prima para um processo.

Em 2010, a Câmara dos Deputados aprovou a Lei Federal nº 12.305/2010, que alterou a lei número 9.605 de 12 de fevereiro de 1998, e instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). A PNRS define como resíduos sólidos:

Art. 3º - Inciso XVI – resíduos sólidos: 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; (Lei Federal nº 12.305/2010. Política Nacional De Resíduos Sólidos, 2ª ed., 2012, p.11).

Para fins deste trabalho, a definição utilizada será a da Política Nacional de Resíduos Sólidos, aprovada em 2010.

2.1.1 Composição e Classificação

A composição dos resíduos, pode ser analisada entre diversas vertentes que “se baseiam em determinadas características ou propriedades identificadas” (ZANTA; FERREIRA, 2003 apud RODRIGUES, 2009).

Martinho e Gonçalves (2000) apud RODRIGUES (2009) deixam bem claro quando se afirma que não podemos ter uma classificação de resíduos internacionalmente aceita, devido à alta taxa de variabilidade entre os locais de geração.

Para isso, os poderes públicos buscam maneiras de criar formas de classificação dos resíduos gerados dentro de suas fronteiras, ao exemplo da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), aprovada no Brasil em 2010.

Segundo a PNRS, os resíduos foram classificados quanto a sua origem (conforme Quadro 01) e também quanto a sua periculosidade.

ORIGEM	DEFINIÇÃO
Resíduos Domiciliares	Resíduos originários de atividades domésticas em residências urbanas.
Resíduos de Limpeza Urbana	Resíduos originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana.
Resíduos Sólidos Urbanos	Junção do RESÍDUOS DOMICILIARES e de LIMPEZA URBANA.
Resíduos de Estabelecimentos Comerciais ou Prestadores de Serviços	Resíduos gerados por estabelecimentos comerciais e prestadores de serviço – excluindo: Resíduos SÓLIDOS URBANOS, DOS SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANEAMENTO BÁSICO, DE SERVIÇO DE SAÚDE, DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DE TRANSPORTE.
Resíduos dos Serviços Públicos de Saneamento Básico	Resíduos gerados nos serviços públicos de saneamento básico, excluindo os RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.
Resíduos Industriais	Resíduos gerados nos processos produtivos e instalações industriais.
Resíduos de Serviços de Saúde	Resíduos 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 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 gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades.
Resíduos de Serviços de Transporte	Resíduos originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira.
Resíduos de Mineração	Resíduos gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios.

Quadro 1 – Definição dos Resíduos Sólidos quanto à origem segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Fonte: Lei 12.305/2010.

Apesar das classificações propostas pela PNRS, existem ainda diversas outras maneiras de classificar ou subclassificar resíduos. Pode-se utilizar critérios de composição de material, como composição química, biológica e física, composição radioativa, patológica e variações quando aos aspectos socioeconômicos, culturais, geográficos e climáticos (CONSONI; PERES; CASTRO, 2000 citados por D'ALMENDA; VILHENA, 2000).

Já a classificação quanto a composição, possui sua regulamentação pela ABNT, através da NBR 10.007 de 2004, que define como caracterização

gravimétrica a “determinação dos constituintes e de suas respectivas percentagens em peso e volume”, avaliando critérios físicos, químicos e biológicos.

O estudo gravimétrico pode ser utilizado como ferramenta para identificação da parcela de participação dos diversos tipos de materiais que compõem uma massa de resíduos gerados. Os parâmetros de execução do estudo devem seguir a Norma NBR 10.007/2004, a qual fixa os requisitos exigíveis para amostragem de resíduos sólidos.

Quando se aplica o estudo gravimétrico de classificação em Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), permite-se um estudo a fim de ampliar ou implementar os planos de gestão deste material (COMCAP, 2002). Através deste estudo, pode-se dimensionar a quantidade de RSU produzido em cada área, setor ou região (COMLURB, 2009)

Quando se analisa a composição específica dos RSU gerados no Brasil, levando em conta as cidades que possuem serviços de coleta de resíduos sólidos urbanos, obtém-se os seguintes dados:

Material	Participação (%)	Quantidade (t/ano)
Metais	2,9	1.640.294
Papel, Papelão e TetraPak	13,1	7.409.603
Plástico	13,5	7.635.851
Vidro	2,4	1.357.484
<u>Matéria Orgânica</u>	<u>51,4</u>	<u>29.072.794</u>
Outros	16,7	9.445.830
TOTAL	100,00	56.561.856

**Quadro 2 – Participação dos Principais Resíduos nos RSU Coletados em 2012 no Brasil.
Fonte: ABRELPE (2013).**

O Quadro 02 mostra que mais da metade (51,4%) dos resíduos coletados nas cidades brasileiras em 2012 foi de matéria orgânica. Isto representa aproximadamente 29 milhões de toneladas por ano.

Outro estudo gravimétrico encontrado foi na cidade de Ponta Grossa - PR. Conforme Silva (2011), obteve-se os dados preliminares para o estudo gravimétrico na cidade de Ponta Grossa, conforme o Quadro 03:

DADOS:	
CIDADE	Ponta Grossa – PR
POPULAÇÃO:	305.545 habitantes (IBGE, 2010)
GERAÇÃO PER CAPITA	0,65kg/hab. dia
GERAÇÃO TOTAL	200 toneladas por dia

**Quadro 3 – Dados Iniciais para Estudo Gravimétrico.
Adaptado de Silva (2011).**

Como forma de padronizar o procedimento para amostragem de resíduos, a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB, citado pelo CEMPRE (2000), recomenda que:

- O local escolhido deverá ser pavimentando ou coberto por lona
- Deve-se romper os invólucros plásticos e homogeneizar ao máximo a massa de resíduos.
- O procedimento deverá ser feito coletando quatro amostras de 100 litros cada, utilizando-se um recipiente (tambor). A coleta deve ser feita sendo três na base e laterais da massa de resíduos, e uma no topo da pilha.
- Após a coleta, deve-se pesar os resíduos coletados e iniciar a análise em um novo local (coberto por lona ou pavimentado), verificando a composição de cada um dos tambores.

O estudo de Silva, 2011 foi dividido e particionado pelos setores o qual a empresa responsável pela coleta pública de Ponta Grossa opera. Após a divisão e separação dos materiais, os setores foram condensados em um levantamento global dos resíduos coletados na cidade é mostrado no Quadro 04.

Tipo de Resíduo	Papel e Papelão	Plásticos	Metais / Latas	Vidro	Madeira	Matéria Orgânica	Rejeitos
Média	12,02%	15,91%	4,01%	4,62%	0,64%	32,98%	29,82%

**Quadro 4 – Resultado Percentual de Estudo Gravimétrico.
Adaptado de Silva (2011).**

Existe ainda outro critério de classificação de resíduos, segundo a ABNT NBR 10.004, aonde são classificados segundo a sua periculosidade. Segundo a norma, os resíduos podem ser classificados como:

- Resíduos Classe I – Perigosos

São aqueles que apresentam algum tipo de periculosidade, apresentando característica como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e/ou patogenicidade.

- Resíduos Classe II – Não Perigosos

Resíduos Classe II B – Inertes: São quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

Resíduos Classe II A – Não Inertes: São aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I - Perigosos ou de resíduos classe II B – Inertes. Os resíduos classe II A – Não inertes podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.

2.1.2 Similaridade entre Resíduos Sólidos Urbanos e Resíduos de Estabelecimentos Comerciais e Prestadores de Serviço na cidade de Ponta Grossa

Quando comparamos os resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços (RECPS) com os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) gerados, podemos perceber uma similaridade muito grande. Segundo Ferreira (2000) apud Sissino & Oliveira (2000), os resíduos provenientes de escritórios e refeitórios das indústrias e aqueles provenientes de pequenas empresas, podem fazer parte dos resíduos domiciliares. Dentre os principais fatores estão que, em sua maioria, são muito parecidos com os resíduos gerados nas residências da população.

Porém, boa parte dos municípios não se responsabiliza pela coleta destes resíduos, uma vez que encarece a coleta municipal pública e por sua vez, faz-se cumprir a Lei Federal nº 12.305/2010.

Para definir e delimitar qual resíduo será coletado pelo serviço público e qual deverá ser coletado através de um contrato privado de prestação de serviço, os

municípios estão regulamentando a responsabilidade de coleta através de Projetos de Lei e Decretos. Como exemplo, pode-se citar o Decreto Nº 9.240, de 24/09/2014, no município de Ponta Grossa o qual Institui o Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos para efeito da Lei Federal nº 12.305/2010 e dá outras providências, o qual define:

Art. 2º - Para efeito deste decreto, são adotadas as seguintes definições:

I. Gerador Doméstico ou Pequeno Gerador são pessoas, físicas ou jurídicas, que gerem resíduos provenientes de habitações unifamiliares ou em cada unidade das habitações em série ou coletivas, cuja coleta é regular, limitada à quantidade máxima de 100 (cem) litros por dia disponível à coleta pública;

II. Gerador Comercial ou Grande Gerador são pessoas, físicas ou jurídicas, que gerem resíduos decorrentes de atividade econômica ou não econômica, excedentes à quantidade máxima de 100 (cem) litros por dia;

III. Transportadores são as pessoas, físicas ou jurídicas, que exerçam o transporte dos resíduos entre as fontes geradoras e as áreas de triagem, tratamento ou destinação final, ou entre cada área;

IV. Receptores são pessoas jurídicas, públicas ou privadas, cuja função seja o manejo de resíduos sólidos e rejeitos em pontos de entrega, áreas de triagem, áreas de compostagem e aterros, entre outras;(Ponta Grossa (Paraná) - Decreto nº 9.240 de 24 de setembro de 2014. Diário Oficial do Município de Ponta Grossa, ed. 1.373, ano VI, 2014, p.1).

A partir da definição e diferenciação entre o pequeno e o grande gerador, o município se eximiu da responsabilidade de coleta dos grandes geradores, conforme os artigos 6º e 8º do mesmo Decreto:

Art. 6º - Cabe ao Município de Ponta Grossa, a remoção, através da coleta, dos resíduos sólidos produzidos pelos geradores domésticos.

Art. 8º - Os Geradores Comerciais ou grandes geradores são integralmente responsáveis pelos resíduos sólidos decorrentes das suas atividades, devendo suportar todos os ônus decorrentes do acondicionamento, da segregação, coleta/transporte, compostagem e destinação final adequada, não podendo, sob qualquer forma, transferi-los à coletividade (Ponta Grossa (Paraná) - Decreto nº 9.240 de 24 de setembro de 2014. Diário Oficial do Município de Ponta Grossa, ed. 1.373, ano VI, 2014, p.1).

O município passou ainda a obrigatoriedade da separação dos resíduos na origem, conforme prevê a Lei Federal nº 12.305/2010:

Art. 3º -§ 1º. Os resíduos devem ser separados diretamente na origem, de maneira a permitir a compostagem do orgânico e a minimização da geração dos demais. (Ponta Grossa (Paraná) - Decreto nº 9.240 de 24 de setembro de 2014. Diário Oficial do Município de Ponta Grossa, ed. 1.373, ano VI, 2014, p.1).

Na data do estudo de Silva, 2011 (entre os dias 12 de julho de 2011 e 28 de julho de 2011), não estava decretado na cidade a responsabilidade dos grandes geradores destinarem seus resíduos através da iniciativa privada (DECRETO MUNICIPAL Nº9.240, de 24/09/2014), ou seja, todos os resíduos gerados na cidade não caracterizados como perigosos (classe I) eram coletados pela concessionária de serviço público e destinados ao aterro municipal da cidade, aonde foi feito o estudo gravimétrico.

Logo, o estudo apresentado por Silva, 2011 apresenta os resultados referentes a soma dos RSU e RECPS gerados da cidade de Ponta Grossa no ano de 2011.

Conclui-se então, que parte dos resíduos gerados em estabelecimentos comerciais, prestadores de serviços e indústrias é muito similar aos resíduos gerados nas residências da população em geral, em especial os resíduos orgânicos. Porém, mesmo com essa similaridade, o poder público vem buscando maneiras de eximir o erário da responsabilidade de coleta, transporte e destinação destes e ainda cria obrigações quanto a separação dos resíduos na origem.

Isto abre um novo nicho de mercado para as empresas de transporte e para empresas de destinação e disposição final, também em especial as empresas que trabalham com tratamento de resíduos orgânicos. Os resíduos estarão segregados e poderão ser coletados de forma seletiva e individual.

2.2 MÉTODOS DE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

O tratamento e disposição final de resíduos sólidos, segundo Monteiro et al. (2001) apud Rodrigues (2009), correspondem a um conjunto de operações destinadas a eliminação e reaproveitamento dos mesmos.

Segundo Silva e Andreoli (2010), citados por Gouveia (2012) e conforme as considerações de Rodrigues (2009) as principais alternativas para tratamento e disposição final dos RSU são:

2.2.1 Reciclagem:

A Lei Federal nº 12.305/2010 define como reciclagem o “processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas”, buscando a transformação da matéria prima do processo em novos produtos que possam ser inseridos no mercado novamente sempre seguindo as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes.

Segundo Soares (2011), as principais vantagens da reciclagem são: preservação dos recursos naturais, economia de energia, redução da quantidade de resíduos a ser disposta em aterros e geração de empregos. A partir destas vantagens há uma redução dos impactos que poderiam ser gerados ao meio ambiente com a produção de energia para o beneficiamento dos recursos naturais, assim como da destinação final dos resíduos.

2.2.2 Aterro Sanitário:

É o método de disposição final mais utilizado no Brasil. Segundo a ABRELPE (2013), 58,3% de todo RSU coletado no Brasil é destinado para aterros sanitários.

Baseado em normas de engenharia, permite-se a disposição dos resíduos visando utilizar a menor área possível, com a maior compactação possível e reduzindo os efeitos poluidores da decomposição daquele material. A ilustração de

um aterro sanitário pode ser vista na Figura 02. A figura demonstra visualmente a distribuição de camadas e setores na operação de um aterro sanitário.

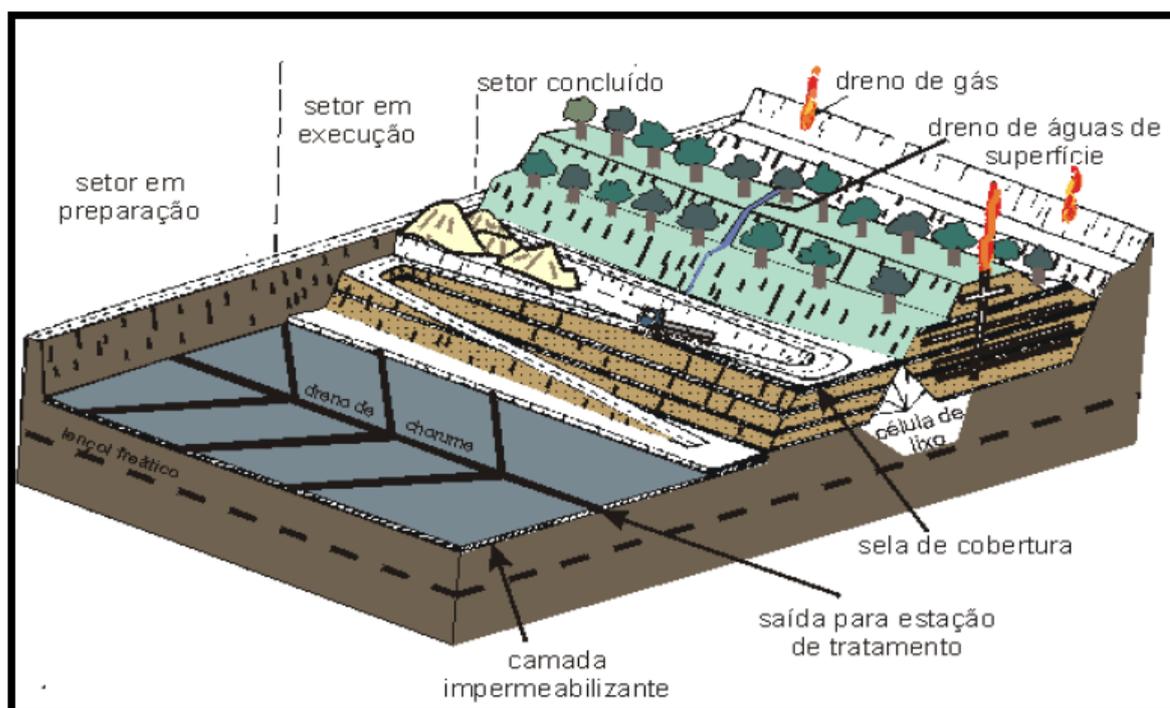


Figura 2 – Ilustração de um Aterro Sanitário
 Fonte: (CONSONI; SILVA; GIMENEZ FILHO, 2000, p.252)

Como normas, as especificações técnicas vigentes são estabelecidas na NBR 8419 (ABNT, 1996). Dentre elas, pode-se citar:

- Inicialmente, a área destinada para disposição do resíduo deverá ser impermeabilizada por meio de mantas e subcamadas de proteção do solo.
- Acima das mantas, deve-se instalar drenos para captação tanto dos gases gerados durante o processo de decomposição como do chorume (líquido proveniente da decomposição de resíduos). Estes drenos devem ser destinados para uma instalação de tratamento
- O resíduo deve ser depositado de maneira ordenada, formando células de tamanhos e altura definida conforme cálculos de engenharia. A medida que o resíduo é depositado, o mesmo deve ser compactado e coberto por uma camada de terra e argila, dificultando a percolação de água da chuva e diminuindo a geração de chorume.

- As células após encerradas devem ter sua cobertura vegetal recuperada, a partir de material fértil e plantio de grama ou espécies nativas da região.
- A estação de tratamento, anexa ao aterro, deverá efetuar a queima do gás captado nos drenos, diminuindo o poder poluidor, sendo possível ainda o reaproveitamento a partir da geração de energia elétrica e deverá também tratar o chorume gerado, a fim de transformá-lo em água industrial.

Dentre as principais vantagens dos aterros sanitários, pode-se citar:

- Por ser simplesmente um método de disposição final, possui um baixo custo em relação a outros métodos de tratamento.
- Tempo de vida útil do empreendimento é longo, geralmente maior de 10 anos.
- Possibilita outras fontes de receita, como o reaproveitamento do gás na geração de energia.

2.2.3 Incineração:

“A incineração é, por definição, um processo químico por via térmica, com ou sem recuperação da energia calorífica produzida” (MARTINHO; GONÇALVES, 2000, p. 165). Já o IPT/CEMPRE (1995), define a incineração como o processo de combustão controlada dos resíduos que são queimados e transformados em pequenas quantidades de resíduos inertes, não inertes e gasosos.

Segundo Ushima & Santos (2000 apud RODRIGUES, 2009), as vantagens deste processo são:

- Grande redução do volume da massa de resíduos;
- Possibilidade de recuperação de energia, na utilização do resíduo como fonte calorífica;
- Após a incineração, ocorre a estabilização da massa de resíduo.

As principais desvantagens são:

- O custo elevado de instalação e operação da planta de incineração;

- Custos ainda mais altos na operação da planta, relacionados ao tratamento dos gases gerados durante o processo.

Segundo NEGRÃO & ALMEIDA (2010), da Fundação France Libertés, mesmo países europeus, que desde 1985 quando a Alemanha passou a utilizar estruturas industriais para queima de resíduos, vem agora endurecendo as normas relativas a incineração. Mesmo com o tratamento dos gases, houve um aumento da quantidade de dioxinas liberadas na atmosfera e mesmo com o reaproveitamento da cinza para massa asfáltica, houve desprendimento e contaminação de corpos hídricos.

Mesmo que se opte por uma tecnologia de tratamento de RSU, sempre irá existir um percentual de rejeito durante o processo, que pode variar de acordo com o processo escolhido. Mas é sabido que nenhum processo desenvolvido até hoje consegue transformar todo o RSU em subproduto aproveitável. O rejeito de cada processo deverá ser disposto em uma forma ambientalmente correta e conforme a própria Lei 12.305/2010, a forma mais correta para isso é o aterro sanitário, para que se evitem danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizem-se os impactos ambientais adversos.

2.3 COMPOSTAGEM

Existem diversos tipos de processos de reciclagem de resíduos orgânicos, dentre elas: biodigestor seco, biodigestor úmido e compostagem. O mais simples e conhecido é o processo de compostagem e para fins deste trabalho, será esse o processo a ser utilizado.

O processo de compostagem é um dos mais antigos processos de tratamento e reutilização de matéria orgânica. O processo é altamente simples e com baixo custo de implementação. Por exemplo, o processo de disposição da sobra de alimentos das residências em pequenas hortas como forma adubo, é o processo de compostagem em pequena escala. Com este mesmo objetivo, pode-se implantar processos de tratamento para a matéria orgânica gerada em todo um município.

Segundo KIEHL (1985), a compostagem é definida como “um processo de degradação de materiais orgânicos, de origem animal e vegetal (restos e partes de plantas, materiais de poda, restos de alimentos, entre outros), que ocorre pela ação de microrganismos (bactérias, fungos e actinomicetes). O material orgânico inicialmente heterogêneo é transformado em um produto estável, parcialmente úmido, de altíssima qualidade do ponto de vista agrônômico devido principalmente ao seu potencial nutricional (Gray *et. al.*, 1971; Zucconi e Bertoldi, 1986, citados por Amorim, 2002). A Figura 03 representa o processo de compostagem de forma resumida.

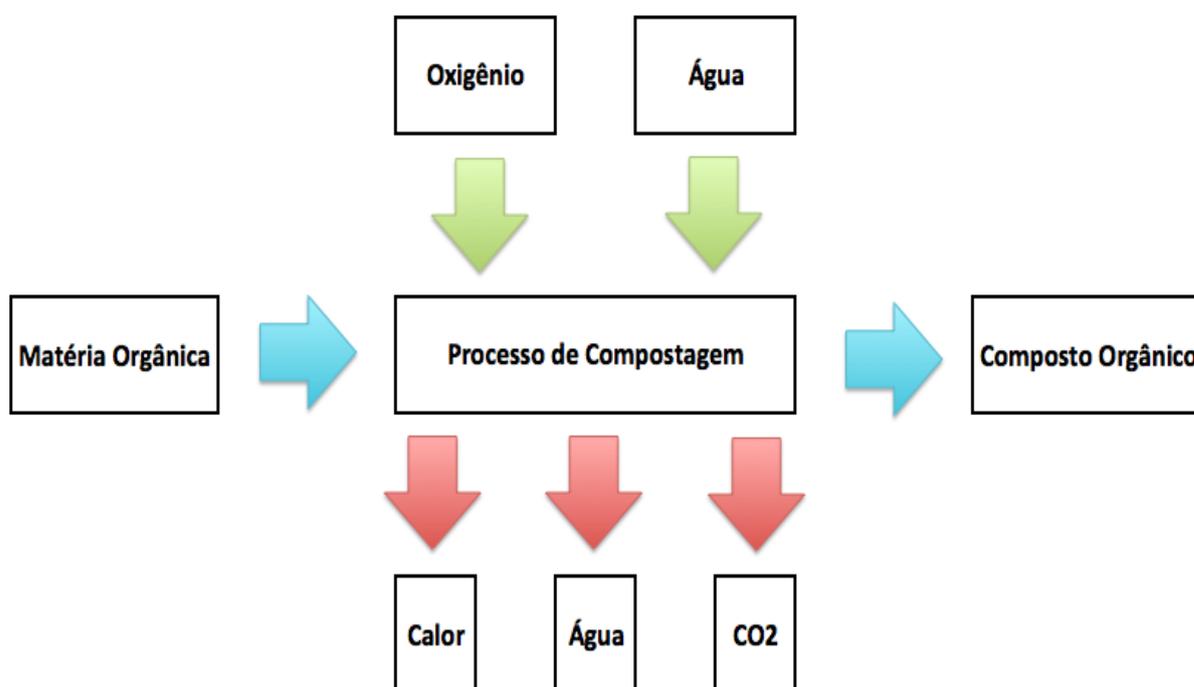


Figura 3 – Representação do Processo de Compostagem
Fonte: Autoria Própria

Já a Resolução CEMA N° 090/2013 define como processo de compostagem “a decomposição biológica da fração orgânica biodegradável dos resíduos, efetuado por uma população diversificada de organismos, em condições aeróbias controladas, desenvolvida em duas etapas distintas (...)”. A representação das duas etapas (fases) pode ser vista na Figura 04.

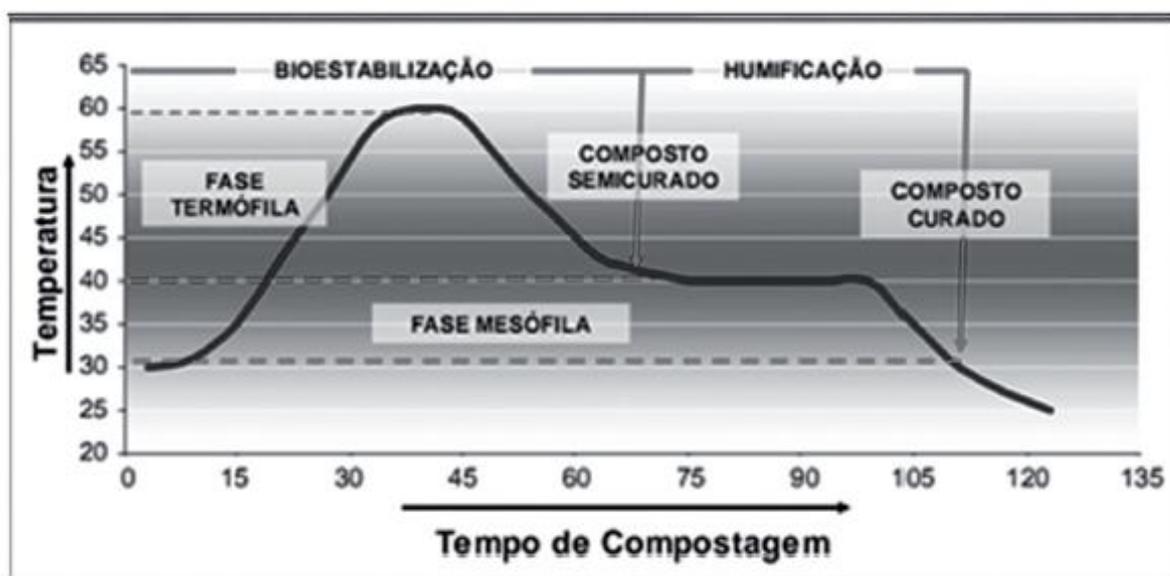


Figura 4 – Representação das Fases da Compostagem
 Fonte: PEREIRA NETO, 1996

A Figura 04 demonstra, durante o processo mais simples de compostagem, que durante a primeira fase – Bioestabilização, a temperatura da leira sobe consideravelmente, até atingir aproximadamente 60°C. Isso ocorre após aproximadamente 40 dias do início do processo. Após esse período, a temperatura começa a cair, até atingir aproximadamente 40°C. Esse ponto é o final da fase de bioestabilização.

Inicia-se então a fase 2 – Humificação, aonde a temperatura permanece estabilizada por aproximadamente 40 dias e enfim começa a cair novamente. Nesse ponto o composto já é considerado curado, ou seja, está estável.

Segundo Pereira Neto e Stentiford (1992), o processo de compostagem deverá ser realizado de forma aeróbica (com a presença de oxigênio) e deverá conter as seguintes fases:

- Fase 01: termofílica, aonde a temperatura do material no processo varia entre 45°C e 65°C. Nesta fase, é maximizado a atividade microbológica.
- Fase 02: maturação, aonde o produto do processo é umidificado e é produzido o composto orgânico propriamente dito.

2.3.1 Tipos de processos de compostagem

O processo de compostagem pode ocorrer de três maneiras:

a) Método natural:

A fração orgânica do lixo é levada para um pátio e disposta em leiras. A aeração é feita por revolvimento periódico, sem controle e de forma manual, para o desenvolvimento do processo de decomposição biológica. Este processo tem um tempo de duração entre 3 e 4 meses, dependendo das condições ambientais do local.

b) Método acelerado por revolvimento mecanizado:

A aeração é proporcionada por um completo revolvimento da leira, diariamente, permitindo que haja oxidação de toda a massa de resíduos. Além disso, neste método, o composto é triturado a cada revolvimento, produzindo um produto final de melhor qualidade, permitindo catação manual de eventuais contaminantes no processo. Dessa maneira, o tempo de processo reduz consideravelmente.

c) Método acelerado por aeração forçada:

A aeração é proporcionada por um sistema de fornecimento de oxigênio de maneira forçada, sob a base das leiras de material orgânico. Desta forma, a quantidade de oxigênio é mantida elevada, acelerando o processo de compostagem. Basicamente, utiliza-se maquinários de injeção de oxigênio, para que o processo ocorra 100% de forma aeróbia. Dessa forma, o processo ocorre da maneira mais rápida, podendo gerar composto estável em 30 dias

2.3.2 Fatores de qualidade do processo

Para que o processo aconteça da melhor forma possível, algumas variáveis devem ser atendidas com a finalidade de evitar a liberação de odores, proliferação de vetores, bem como a produção exagerada de lixiviado. São elas: Presença de microrganismos, controle da umidade, controle da aeração, controle da temperatura, controle da relação carbono e nitrogênio e a redução do volume das leiras (KIEHL, 1985).

2.3.2.1 Organismos

Para D'Almenda & Vilhena (2002), a presença de organismos no processo é imprescindível. Dentre estes, pode-se citar macro e mesofauna (minhocas, formigas, besouros e ácaros) e de diferentes comunidades de microrganismos como fungos, leveduras e bactérias.

Durante a metabolização da matéria orgânica, os microrganismos do processo fazem com que a temperatura aumente. No item 2.3.2.4 será descrito como o controle correto da temperatura influi no bom andamento do processo.

Na Figura 05, podemos ver de forma resumida o processo de decomposição da matéria orgânica pelos microrganismos.

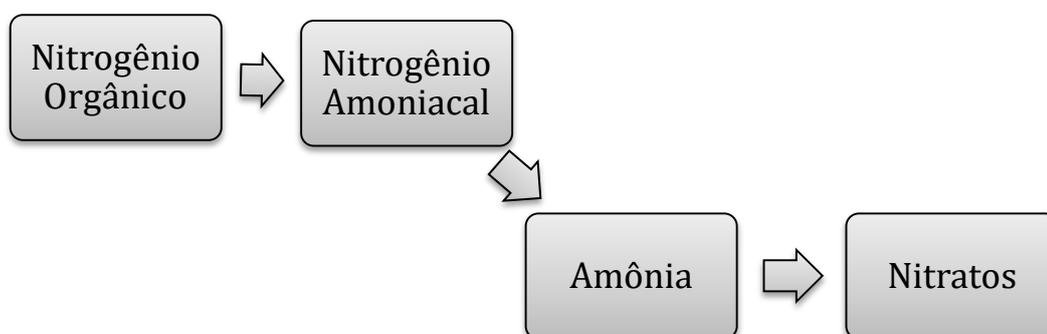


Figura 5 – Representação do Processo de Compostagem pelos Microrganismos
Fonte: Autoria Própria

A Figura 05 demonstra que o nitrogênio orgânico que entra no processo é primeiramente transformado em nitrogênio amoniacal, posteriormente em amônia e ao final do processo em nitratos.

2.3.2.2 Umidade

Conforme demonstrado na Figura 03, o processo de compostagem possui como uma das entradas a água, que basicamente é utilizada para suprir as necessidades dos seres biológicos que irão decompor a matéria. Como parâmetros de controle para otimização do processo, Alves (1996) afirma que a variação do teor de umidade deve estar entre 40% e 60%. Caso o material a ser decomposto apresente nível de umidade abaixo de 40%, os seres biológicos têm dificuldades de executar a atividade. Caso ultrapasse o limite de 60%, a compostagem pode ocorrer

de maneira anaeróbia (falta de oxigênio) e ocasionar formação de chorume e conseqüentemente mau cheiro.

2.3.2.3 Aeração

A presença de oxigênio é imprescindível para que a compostagem ocorra de forma correta.

Quando não há presença de oxigênio, ou a presença ocorre de forma ineficiente, o processo é chamado de anaeróbico, e tem como resultado a formação de alguns subprodutos do processo que não são desejados: geração de chorume, mau cheiro, aumento do tempo de permanência do composto no processo. (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008)

Kiehl (1985) afirma que uma compostagem má conduzida pode levar a formação de: gás ácido sulfídrico, mercaptanas e outros produtos contendo enxofre, o que caracteriza um cheiro de “ovo podre”.

Como forma de controle, a aeração é obtida com o ciclo de revolvimento ou por meio da aeração forçada (por insuflação ou aspiração do ar). Esse procedimento contribui para a remoção de gases produzidos, do vapor de água e do excesso de calor (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008), além de aumentar a eficiência do processo e reduzir o tempo de processamento.

2.3.2.4 Temperatura

Por ser um processo exotérmico, a matéria orgânica quando decomposta libera calor. Porém a temperatura pode ser um fator que pode interferir na eficiência do processo de compostagem ideal.

Quando o material é disposto em leiras, com grandes volumes, a temperatura no interior, quando não controlada, pode atingir até 80°C. Na Figura 04 apresentada anteriormente, demonstra-se a curva ideal de temperatura no interior da leira. Na primeira fase, que dura até 15 dias, a temperatura deve ficar próxima de 40°C. Na segunda fase, a temperatura atinge seu pico máximo e é nesse momento que o processo merece maior atenção. A temperatura ideal é de 65°C. No início da terceira fase, a temperatura diminui novamente, próxima da temperatura ambiente e

na quarta fase, o produto é considerado estabilizado. (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008)

Quando a temperatura demorar a subir para os limites desejáveis, deverá ser verificado se o material está com baixa atividade microbológica, caso constatado a instabilidade do sistema, deverão ser verificados os demais parâmetros de umidade e compactação.

2.3.2.5 Relação carbono e nitrogênio

A diversificação dos nutrientes e sua concentração aumentam a eficiência do processo de compostagem. Os materiais carbonáceos - galhos e resíduos triturados da poda - fornecem energia; já os nitrogenados – resto de alimentos - auxiliam a reprodução dos microrganismos.

Gorgati (2001) afirma que para que eficiência do processo seja satisfatória o composto encaminhado para o pátio deverá apresentar a relação C/N (carbono para nitrogênio) de 30 a 40/1, ou seja, para cada 1 parte nitrogênio deverá ter de 30 a 40 de carbono. Como o carbono é utilizado como fonte de energia para os microrganismos do processo, 20 partes dele são eliminadas como forma de gás carbônico. Logo, o composto resultante do processo deve ter uma relação de C/N de aproximadamente 10/1.

2.3.2.6 Redução do volume das leiras

Gorgati & Lucas Jr (1996) citaram que a redução do volume da leira durante o processo varia entre 50 a 70% até o final do processo.

Como forma simplificada, podemos demonstrar o processo de compostagem conforme a Figura 06:



Figura 6 – Representação do Processo de Compostagem pelos Microrganismos
Fonte: Autoria Própria

A Figura 6 demonstra que durante o processo, são eliminados dióxido de carbono e água. Mesmo com o controle de umidade durante o processo, existe redução considerável do volume da massa pela evaporação da água e eliminação do dióxido de carbono.

2.3.2.7 Tamanho das partículas

Para favorecer o processo de forma a homogeneizar a massa, melhorar a porosidade, redução da compactação e aumento de areação, as partículas devem ter entre 10 e 50mm (AMORIM, 2002). Dependendo da maneira que o composto se apresenta, poderá ser necessária a utilização de um triturador para processamento do material recebido.

2.3.2.8 pH

O processo de compostagem deverá iniciar com um faixa de pH ácida, para não ocorrer perdas do nitrogênio pela volatilização da amônia. Ao decorrer do processo, o pH pode se desenvolver em uma faixa de 4,5 a 9,5. Ao final do processo, durante o período de maturação, o pH deve ficar compreendido entre 7,5 e 9,0, de acordo com Spitzner Jr. (1992), citado por Amorim (2002).

Segundo Peixoto (1988), citado por Oliveira; Sartori; Garcez (2008), “os microrganismos que atuam na compostagem têm como faixa ótima de desenvolvimento pH entre 6,5 a 8,0”, portanto, quando bem conduzida, o controle de pH não será problema.

2.3.2.9 Tempo de duração do processo

O processo de compostagem, quando respeitados todos os fatores para maximização das atividades microbianas, é concluído entre 60 e 70 dias. A partir daí o composto orgânico não sofre mais atividades de decomposição, ou seja, está estabilizado. Obviamente, conforme apresentado no item 2.3.1 – Tipos de processos de compostagem, quando se utiliza métodos de aperfeiçoamento, em especial a injeção de ar sob a leira, o tempo de processo pode cair pela metade.

2.3.3 Rendimento do Processo

O rendimento do processo de compostagem, quando respeitados os parâmetros descritos anteriormente para que se atinja uma boa performance, varia entre 40% e 50% do volume de entrada de material orgânica (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008).

Obviamente, o rendimento médio do processo depende da identificação das características da matéria prima para devida adequação dos demais parâmetros do processo.

2.4 IMPLANTAÇÃO DA COMPOSTEIRA DE RESÍDUOS ORGÂNICOS

2.4.1 Usina de compostagem

A usina de compostagem, também chamada de composteira, é o local onde será instalado o processo de compostagem de resíduos orgânicos.

A usina de compostagem (composteira) pode ser classificada por sua capacidade de produção conforme apresentado no Quadro 05, a partir dos parâmetros da Resolução CEMA 090/2013.

TON/DIA	PORTE	MODALIDADE DA LICENÇA
Até 10	MICRO	LAS
Superior a 10 até 20	PEQUENO	LP, LI e LO
Superior a 20 até 30	MÉDIO	LP, LI e LO
Superior a 30 até 40	GRANDE	LP, LI e LO
Superior a 40	EXCEPCIONAL	LP, LI e LO Estão sujeitos a apresentação de EIA/RIMA

Quadro 5 – Modalidades de Licenciamento de Composteiras de Acordo com o Porte.
Fonte: Resolução CEMA 090/2013.

Quanto a modalidade das licenças, entende-se por:

- LAS: licença ambiental simplificada;
- LP: Licença prévia;
- LI: Licença de Instalação;
- LO: Licença de Operação;
- EIA: Estudo de Impacto Ambiental;
- RIMA: Relatório de Impacto Ambiental.

Como forma de regulamentação da área de processamento da composteira, a mesma resolução CEMA 090/2013 regulamenta que o empreendimento deverá:

I. Contemplar todas as medidas técnicas necessárias para evitar incômodos à vizinhança, proliferação de vetores, contaminação do solo, subsolo, águas sub-superficiais e outras medidas constantes nos projetos apresentados.

II. Possuir sistema de coleta, contenção e tratamento dos efluentes eventualmente gerados, bem como a drenagem das águas pluviais.

III. Possuir impermeabilização de base com piso de concreto, geomembrana ou sistemas similares.

IV. Possuir sistema que proteja das intempéries os resíduos in natura, o material em compostagem e o composto.

V. Ser devidamente isolada, inclusive com barreira vegetal, e sinalizada, sendo proibido o acesso de pessoas não autorizadas e animais.

VI. Manter vias de acesso que permitam a circulação de veículos pesados, mesmo em situações climáticas adversas.

VII. Estar localizada no mínimo a 200 metros de distância de residências isoladas e vias de domínio público e a 400 metros de núcleos populacionais.

Como forma de representação da usina, podemos subdividir o empreendimento nas seguintes subestruturas:

- Recepção, que contempla a portaria, um vestiário e área administrativa.
- Pátio de manobra, para os veículos que trazem resíduo orgânico e para os veículos que estão retirando o composto produzido, bem como dos implementos e equipamentos de operação da composteira.
- Pátio de compostagem, onde ocorre o processo de compostagem em si.
- Depósito de composto estável.

2.4.2 Recepção, Administração e Estruturas de Apoio

A área de recepção serve para controle do material a ser recebido na usina. A recepção dos veículos trazendo material orgânico deve ser feito logo na entrada da composteira. Um colaborador verifica de onde o veículo está trazendo material e faz uma verificação visual dos resíduos, se possível com o revolvimento da camada de resíduos com ajuda de uma ferramenta. O controle deve ser feito de forma criteriosa, pois caso o material recebido esteja contaminado por outros tipos de resíduos (recicláveis, inertes, industriais ou perigosos), o mesmo deverá ser rejeitado e destinado novamente ao gerador para segregação, pois estes tipos de resíduos irão interferir na qualidade do composto final gerado.

Anexo a portaria, o empreendimento deverá contar com uma área administrativa, refeitório, banheiros e ainda um setor de almoxarifado para equipamentos e ferramentas necessárias para operação.

2.4.3 Área Para Movimentação De Veículos

Dentro do empreendimento deverá existir uma área específica para a movimentação dos veículos com o material orgânico a ser processado, uma área para descarga, anexa ao pátio de compostagem (esta área deverá ser impermeabilizada, conforme descrito no item 2.4.4 – Pátio de Compostagem) e uma área para movimentação dos veículos de operação interna da usina, com piso pavimentado ou mesmo devidamente compactado e com aplicação de brita, areia ou material similar de forma a possibilitar o tráfego em qualquer condição climática.

2.4.4 Pátio De Compostagem

O local onde se executa o processo de compostagem propriamente dito é denominado pátio de compostagem. A área deverá obrigatoriamente contar com algumas regulamentações:

A área deverá ter piso impermeabilizado, conforme item III da Resolução CEMA 090/2013 “Possuir impermeabilização de base com piso de concreto, geomembrana ou sistemas similares. “, de forma a proteger a camada de solo.

Como métodos de impermeabilização do solo, existem duas formas: utilização de geomembrana de PEAD (polietileno de alta densidade) ou execução de piso de concreto. O método mais viável, considerando as variáveis técnicas e econômicas, será definido durante o estudo de viabilidade.

Como a área deverá contar com sistema de proteção das intempéries tanto dos resíduos in natura, como do material em compostagem e do composto, um barracão pré-moldado em concreto ou mesmo em estrutura metálica poderá ser alocado. A área estimada para o barracão será definida com base no porte da usina, conforme o Quadro 05 já apresentado.

Como forma de controle da umidade, a fim de garantir a atividade microbológica, o pátio deverá contar com sistema para umidificação das leiras de resíduos orgânicos. Pode-se utilizar aspersores automáticos ou mesmo irrigação manual.

Dentro do pátio, as leiras de resíduo orgânico deverão ser montadas de forma ordenada e visando a maximização da utilização do espaço.

2.4.5 Disposição Das Leiras

A disposição da matéria orgânica no pátio deve ocorrer de modo a formar leiras, respeitando os seguintes parâmetros técnicos de operação (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008):

- Altura mínima: 1,5 metro – altura inferiores não apresentam volume suficiente para manutenção da temperatura do processo.
- Altura máxima: 1,8 metro – alturas superiores apresentam peso excessivo e conseqüentemente compactação do material da base.

O tamanho lateral da leira deverá respeitar o volume de material a ser processado e deverá ser mantido um espaçamento mínimo entre leiras, que possibilite a operação.

Quando o resíduo diário não for suficiente para a conformação de uma leira com essas dimensões devem-se agregar as contribuições dos outros dias até que se consiga a configuração indicada.

Durante os estudos deste trabalho, serão definidos os tamanhos de leiras a fim de otimizar a produção de composto orgânico. Serão considerados aspectos como quantidade de composto a ser processado, disponibilidade de espaço físico e recursos financeiros disponíveis.

2.4.6 Controle De Lixiviados, Efluentes e Rejeitos

Ressalte-se que a compostagem, por se caracterizar como processo aeróbio, não gera chorume. Porém, se não existir um controle efetivo da umidade, seu excesso pode ocasionar eventualmente a geração de efluente lixiviado.

Para evitar a percolação em solo, o pátio deve contar com canaletas sob a área coberta que direcionarão eventuais produção de lixiviado para um sistema de recirculação para as leiras. A recirculação do lixiviado no sistema de compostagem propicia a atenuação de constituintes da atividade biológica no interior das leiras, proporcionando aceleração na estabilização da matéria orgânica presente nos resíduos.

Os resíduos recebidos na usina de compostagem serão segregados pelos clientes para que seja enviado somente material com propriedade orgânica e de

compostagem. Porém, por eventuais falhas na segregação do cliente, podem ser encaminhados para Usina resíduos que se configuram como rejeito da compostagem.

Estes rejeitos são encontrados nas seguintes operações:

- Rejeito de Triagem: oriundo da triagem na recepção dos resíduos, onde são segregados material inerte e orgânicos contaminados.
- Rejeitos de Compostagem: formado por resíduos de peneiramento do composto final, podem conter resíduos inertes não segregados na etapa de triagem.

Conforme características dos rejeitos este será encaminhado para destinação adequada conforme sua classificação de acordo com a ABNT NBR 10.004.

2.4.7 Controle De Águas Pluviais

O pátio de compostagem contará com piso impermeabilizado e cobertura para evitar umidade excessiva das leiras em dias chuvosos.

2.4.8 Controle De Odores

Quando mal operado, o processo de compostagem pode emitir odor desagradável. Isso é um indicador que está ocorrendo um processo de degradação anaeróbia. Dentre as causas, temos os seguintes fatores:

- Ciclo de revolvimento com período incorreto;
- Excesso de umidade;
- Partículas com tamanho maior do indicado;
- Configuração inadequada das leiras.

Para o controle de odores é necessário o rigoroso monitoramento dos parâmetros de processo. Para evitar a dispersão dos odores, será implantando um cinturão de vegetação arbórea ao redor da usina de compostagem, formando assim

uma cortina verde que funciona como obstáculo à ventos externos, proporcionando confinamento dos eventuais gases gerados.

2.4.9 Controle Do Composto Final

Para o uso agrícola, o controle de parâmetros deverá atender ao Decreto Federal nº 4954/2004, que regulamenta a Lei Federal nº 6894/1980 que dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes destinados à agricultura; e ainda, atos normativos complementares federais e estaduais em vigência sobre a matéria, que subsidiam a obtenção de Registro ou Autorização para o uso junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA.

Para o uso não agrícola, o composto final será submetido ao controle conforme Anexo I da Resolução CEMA nº 090/2013, que estabelece limites máximos de contaminantes admitidos no composto final, conforme apresentado no Quadro 06.

LIMITES MÁXIMOS DE CONTAMINANTES ADMITIDOS EM FERTILIZANTES CLASSE C	
Contaminantes	Valores Máximos Admitidos
Arsênio	20 (mg/kg)
Cádmio	3 a 8 (mg/kg)
Chumbo	150 a 300 (mg/kg)
Cromo	200 a 500 (mg/kg)
Mercúrio	1 a 2,5 (mg/kg)
Níquel	70 a 175 (mg/kg)
Selênio	80 (mg/kg)

**Quadro 6 – Limites Máximos De Contaminantes Admitidos Em Fertilizantes Classe C.
Fonte: Resolução CEMA N° 90 de 03 de dezembro de 2013.**

O quadro 06 apresenta os limites máximos de contaminantes permitidos em fertilizantes orgânicos produzidos para fins de utilização não agrícola. Os limites são considerados a fim de garantir a qualidade do produto produzido.

2.5 USO DO COMPOSTO ORGÂNICO

Segundo Kiehl (1985), ressalta que a utilização da matéria orgânica sobre as propriedades do solo contribui substancialmente para o crescimento e desenvolvimento das plantas.

O composto orgânico produzido pela compostagem tem como principais características a presença de húmus e nutrientes minerais. O húmus torna o solo poroso, permitindo a aeração das raízes, retenção de água e dos nutrientes. Os nutrientes minerais, que podem chegar a 6% em peso do composto, incluem nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e ferro, e serão absorvidos pelas raízes das plantas.

Sobre isso, Avnimelech et al. (1990), citado por Gorgati (2001), estudando o efeito de composto de lixo urbano em solos argilosos, afirma que:

(...)quando o composto é aplicado na superfície ao invés de ser incorporado ao solo, ocorre aumento de retenção de água em camadas mais profundas e com isso diminuiu a resistência a penetração em camadas de até 60cm de profundidade (Avnimelech et al. (1990), citado por Gorgati, 2001, p.15-16).

A grande problemática sobre a utilização do composto orgânico para fertilização de solos está na contaminação do composto gerado no processo com metais pesados. Caso a matéria prima do processo de compostagem tenha origem duvidosa, ou mesmo seja, originária da massa de RSU, aonde sabe-se que existe grande contaminação por pilhas e baterias destinadas irregularmente e estas quando decompostas liberam metais pesados, o composto final gerado no processo pode também estar contaminado.

Para solucionar essa problemática, uma coleta seletiva da matéria orgânica é fundamental. A coleta deverá ser feita de forma pontual em geradores que garantidamente não tenham contaminado o resíduo com agentes poluidores (metais pesados por exemplo). Isso ocorre em restaurantes, supermercados, empresas que trabalham com *commodities*, dentre outros. Desta forma a matéria prima recebida está garantidamente livre de contaminantes que prejudiquem o valor do composto orgânico gerado.

De acordo com Gillis (1992), pesquisadores dizem que os metais pesados só são absorvidos quando na forma iônica. Logo, a grande maioria permanece no solo sem ser absorvido pelas plantas e conseqüentemente não fazer parte dos alimentos.

Pode ser utilizado em formação de pastagem, desde que incorporado ao solo e para corrigir a acidez do solo e recuperar áreas erodidas. A Instrução Normativa N° 27 de 06/06/2006 da Secretaria de Defesa Agropecuária e a Resolução CEMA N° 90, de 03 de dezembro de 2013, regulamentam a quantidade máxima de contaminantes dos fertilizantes classe C (regulamentados pela SDA 23 de 2002, como compostos orgânicos que em sua produção utiliza qualquer quantidade de matéria prima oriunda de resíduos).

Art. 12. É proibida a utilização de composto de resíduos sólidos urbanos no cultivo de olerícolas, tubérculos e raízes, plantas medicinais e culturas inundadas, bem como nas demais culturas cuja parte comestível entre em contato com o solo. (Resolução CEMA 90 de 2013)

A Figura 07 demonstra de forma esquemática, qual a utilização que se dará ao composto e quais as recomendações que devem ser tomadas.

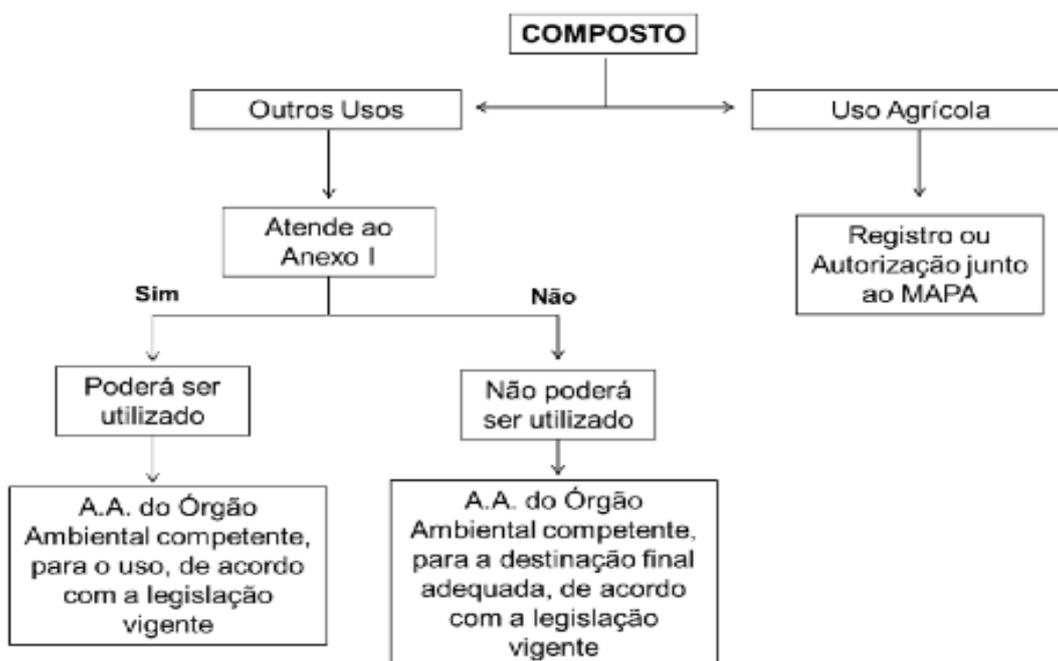


Figura 7 – Diagrama para Utilização do Composto de RSU
Fontes: Resolução CEMA N° 90 de 03 de dezembro de 2013.

O Anexo I que a Figura 07 se refere, no que diz respeito ao composto para outros usos que não agrícolas, é aquele demonstrado no Quadro 06 (p. 50) (Limites Máximos De Contaminantes Admitidos Em Fertilizantes Classe C segundo a Resolução CEMA N° 90 de 03 de dezembro de 2013). Para fins deste trabalho, considerar-se-á a utilização do composto por produtores rurais, ou seja, considerar-se-á a obtenção do registro do produto no MAPA.

2.6 ESTUDO DE VIABILIDADE

O estudo de viabilidade é fator primordial para qualquer negócio. Analisando a viabilidade econômica e financeira de um empreendimento, dá-se ao empreendedor uma perspectiva de desempenho do negócio.

Tais estudos devem ser realizados ainda na fase de concepção do projeto, partindo do pressuposto que o empreendedor já tem algumas informações importantes e necessárias para o cálculo, principalmente: o mercado final, público alvo, estimativa de receitas, estimativa de despesas e disponibilidade de recursos.

Segundo Bernstein (2000), a decisão de investir está baseada na disponibilização de recursos, buscando equilíbrio das entradas e saídas e levando em conta o saldo em caixa.

É sabido que o objetivo principal de qualquer organização é a busca de lucratividade. Mas para investidores não basta apenas o resultado do investimento ser positivo. Como o investidor é possuidor do recurso financeiro, ele possui diversas outras opções de investimento, incluído aplicar o recurso no mercado financeiro. Logo, a quantidade de recurso gerado no investimento de um empreendimento deverá superar o retorno que o investidor poderá ter, inclusive correndo menos risco. Portanto, a essência da avaliação econômico-financeira é medir o retorno do projeto de maneira comparável com outros investimentos (GIACOMIN, 2008).

Para fins deste trabalho, serão utilizadas as seguintes ferramentas de análise de viabilidade:

- Fluxo De Caixa
- Taxa Interna de Retorno (TIR)
- Valor Presente Líquido (VPL)

- Tempo de Retorno do Investimento (*Payback* Descontado)

Como formas de análise de viabilidade, os aspectos analisados serão os seguintes, adaptado segundo Monteiro et al. (2001):

Investimento:

- Licenciamentos ambientais;
- Aquisição de terreno;
- Projetos de arquitetura e engenharia;
- Obras de engenharia;
- Aquisição de máquinas e equipamentos;
- Despesas de capital (juros e amortizações) e depreciação dos equipamentos.

Custeio:

- Pessoal (mão-de-obra, corpo técnico, gerencial e administrativo);
- Despesas operacionais e de manutenção;
- Despesas de energia e tarifas das concessionárias do serviço público;
- Tributos.

Receitas:Diretas:

- Tratamento do material orgânico de grandes geradores;
- Comercialização do composto orgânico.

Viabilidade Técnica

Tratando da viabilidade técnica do empreendimento, pode-se observar que para que sejam cumpridos os requisitos técnicos, devem ser respeitadas as leis, normas e resoluções vigentes no Brasil. Para este estudo, considera-se também como abrangentes as normativas do estado do Paraná e as leis municipais e decretos de Ponta Grossa – PR.

Estes itens foram avaliados no item 4.2 (p. 61) do presente estudo.

3 MATERIAIS E METÓDOS

3.1 METODOLOGIA

3.1.1 Método de abordagem

Neste trabalho utilizou-se o método de abordagem indutivo, pois analisou-se um cenário (no caso a cidade de Ponta Grossa) e buscou-se aplicar uma solução técnica e economicamente viável para este cenário. Segundo Lakatos & Marconi (2001), se o estudo de caso se mostrar viável para o cenário estudado, outros cenários com as mesmas características também se mostrarão viáveis.

3.1.2 Hipótese:

A hipótese considerada neste trabalho é: Há viabilidade técnica, econômica e financeira para a implantação de uma usina de compostagem de resíduos orgânicos na cidade de Ponta Grossa –PR por parte da iniciativa privada?

3.1.3 Métodos de procedimento:

Segundo Lakatos & Marconi (2001), o presente trabalho é um estudo de caso considerando a cidade de Ponta Grossa - PR.

3.1.4 Técnicas de Pesquisa

Segundo Lakatos & Marconi (2001), a metodologia aplicada neste estudo de caso pode ser segmentada nos seguintes itens:

3.1.4.1 Documentação indireta:

O trabalho iniciou-se a partir de uma pesquisa bibliográfica, através de autores e pesquisadores das áreas de abrangência do estudo de forma a conhecer o

estado da arte aplicável a realidade do Brasil assim como aspectos legais relacionados ao tema da pesquisa.

A partir do maior entendimento dos assuntos, iniciou-se uma pesquisa documental na concessionária de serviço de limpeza pública da cidade de Ponta Grossa – Ponta Grossa Ambiental S/A com a finalidade de conhecer dados (quantidade gerada, valores praticados para coleta, quantidade operada, dentre outras) sobre os resíduos orgânicos na cidade de Ponta Grossa.

Após esta etapa, foram pesquisados fornecedores de equipamentos e estruturas, os custos relacionados a implantação do empreendimento e aspectos técnicos vinculados a estes equipamentos e materiais de forma a alocá-los adequadamente, sempre visando a eficiência técnica e a obtenção dos resultados esperados.

Finalmente, foi realizada a avaliação econômico-financeira da estrutura e funcionamento do empreendimento. Ressalta-se que em alguns casos houveram diferentes alternativas técnicas para uma mesma situação e que nestes casos foram realizadas avaliações comparativas considerando aspectos técnicos e econômicos.

3.1.4.2 Documentação direta:

O trabalho teve como documentação direta a pesquisa de campo do tipo quantitativa-descritiva. Foram feitos estudos analisando as diversas variáveis (cobertura, piso, tecnologia de tratamento, dentre outras) relacionadas ao processo e de que forma cada uma delas interferia no resultado da análise. As análises foram feitas utilizando-se da ferramenta Office Excel, por meio de simulação de custos fixos e variáveis, e simulando também as receitas relativas ao processo de compostagem. Os diversos resultados foram comparados, com base nos índices de análise de investimentos apresentados no item 2.6 (p. 53).

3.1.4.3 Observação direta extensiva:

O presente trabalho teve como documentação extensiva o uso de questionários destinados as empresas geradoras de resíduos orgânicos e aos potenciais consumidores de fertilizantes orgânico a ser produzido na cidade de

Ponta Grossa, por meio de questionário enviado via e-mail. Foi realizada também uma pesquisa de mercado junto aos principais fornecedores de equipamentos e ferramentas para o processo de compostagem. A pesquisa de mercado foi necessária para melhor estimativa dos custos do processo de produção.

3.2 OBJETO DE ESTUDO

O estudo foi realizado no Município de Ponta Grossa – PR cujas coordenadas geográficas são latitude 25° 09'S e longitude 50° 16' W. O mapa de limites da cidade está representado na Figura 08.

A população da cidade é de 334.535 habitantes e o território da cidade é de 2.054,732 km² (IBGE, 2014). O clima da região é classificado como Subtropical Úmido Mesotérmico (Cfb). O município está localizado à 103km da capital do Estado de Paraná.

A cidade possui um crescimento demográfico de 0,91% ao ano, segundo dados do VIEIRA (2013). A densidade demográfica da cidade é de 154,9 habitantes por quilometro quadrado.



Figura 8 – Mapa de Limites da Cidade de Ponta Grossa
Fonte: IBGE, 2015

Com relação ao serviço de coleta e destinação de resíduos existe hoje um contrato de concessão de serviço público, regido pelo contrato N°189/2008, operado

pela empresa Ponta Grossa Ambiental S/A (PGA) e tem duração de 08 anos, prorrogáveis por mais 08 anos.

Com relação ao destino dos resíduos sólidos urbanos gerados na cidade, estes são destinados ao aterro controlado municipal do Botuquara.

Segundo dados da PGA, a quantidade total de resíduos que são aterrados no aterro municipal, tanto provenientes da coleta pública, como aqueles destinados pela prefeitura e aqueles destinados por terceiros diretamente no aterro no ano de 2014, foi de 279,58 t/dia. Isso representa um total de 7.269t por mês.

Conforme citado anteriormente, Ponta Grossa possui 334.535 habitantes. Dividindo o total de resíduos aterrados no aterro municipal pelo número de habitantes total, a cidade possui uma geração média de resíduos per capita de 830 gramas por dia (PGA, 2014).

Os dados referentes a quantidade total de resíduos aterrados entre os anos de 2008 a 2014 estão demonstrados no quadro 07.

QUANTIDADE TOTAL DE RESÍDUOS ATERRADOS NO ATERRO MUNICIPAL							
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
TOTAL (t)	52.113	65.048	65.442	69.145	75.746	79.041	87.229
MÉDIA MENSAL (t)	5.211	5.420	5.453	5.762	6.312	6.586	7.269
MÉDIA DIÁRIA (t)	200,4	208,4	209,7	221,6	242,7	253,3	279,5

Quadro 7 – Quantidade Total de Resíduos Aterrados no Aterro Municipal
Fonte: PGA (2015).

Através do quadro 07 pode-se deduzir que existe um possível mercado potencial de aproveitamento de resíduos orgânicos, e possivelmente garantam a instalação de um empreendimento para tratamento destes resíduos. O presente estudo buscará comprovar ou não a implantação.

Com relação aos dados empresariais da cidade, são ao todo 32.176 empresas, sendo 4.091 indústrias, 14.665 empresas de serviços, 268 de *agrobusiness* e 13.152 de comércio (VIEIRA, 2013).

4 ESTRUTURAÇÃO DO PROJETO

Para o projeto em questão, elencou-se as seguintes etapas durante a estruturação:

- I. Levantamento de dados de geração de resíduos orgânicos;
- II. Análise da viabilidade técnica do empreendimento;
- III. Definição da estratégia comercial do negócio;
- IV. Apresentação do procedimento operacional do empreendimento;
- V. Realização da pesquisa de mercado junto a fornecedores;
- VI. Montagem da planilha de análise econômico financeira;
- VII. Projeção de receitas;
- VIII. Captação de recursos necessários;
- IX. Estudo de viabilidade.

4.1 LEVANTAMENTO DE GERAÇÃO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS

A pesquisa de levantamento de geração de resíduos orgânicos ocorreu durante o período de 01 de junho de 2015 à 28 de junho de 2015, junto com a empresa Zero Resíduos S/A. A empresa participou do levantamento indicando os principais geradores de resíduos na cidade de Ponta Grossa e também nas cidades de Carambeí e Castro. Para essas empresas, fora enviado um questionário, conforme APÊNDICE A (Roteiro da Entrevista – Geradores de Resíduos Orgânicos), para levantamento das quantidades de resíduos orgânicos gerados. Foram enviados em torno de 70 questionários, dos quais apenas 28 foram respondidos e destes, 2 deles indicaram que não geravam nenhuma quantidade de resíduos orgânico.

Os dados do levantamento foram compilados com a ajuda de uma planilha Excel. Por motivos de estratégia comercial, a empresa Zero Resíduos S/A não permitiu que os nomes dos geradores fossem divulgados nesse estudo, mas apenas as quantidades de resíduos orgânicos produzidas em cada um deles. Os nomes foram então substituídos por códigos alfabéticos, os quais são apresentados no quadro 08:

Resíduos orgânicos PONTA GROSSA		
<i>Empresas em Ponta Grossa</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Unidade</i>
AA	370	T/Mês
AB	400	T/Mês
AC	10	T/Mês
AD	5	T/Mês
AE	2	T/Mês
AF	62	T/Mês
AG	10	T/Mês
AH	20	T/Mês
AI	24	T/Mês
AJ	51	T/Mês
AK	90	T/Mês
AL	60	T/Mês
AM	48	T/Mês
AN	5	T/Mês
AO	800	T/Mês
AP	20	T/Mês
AQ	25	T/Mês
AR	3	T/Mês
AS	50	T/Mês
AT	5	T/Mês
AU	600	T/Mês
AV	5	T/Mês
AW	2	T/Mês
TOTAL	2667	T/Mês
Resíduos orgânicos CASTRO E CARAMBEI		
<i>Empresas em CASTRO</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Unidade</i>
BA	10	T/Mês
BB	900	T/Mês
Empresas em CARAMBEI		
CA	7	T/Mês
TOTAL	917	T/Mês

Quadro 8 – Potencial de Geração de Resíduos Orgânicos em Ponta Grossa e Região
Fonte: ZERO RESÍDUOS S/A (2015).

Analisando o quadro 08, podemos perceber que o potencial de geração de Ponta Grossa e somando-se as cidades de Carambeí e Castro, totaliza em aproximadamente 3.584 toneladas por mês de resíduos orgânicos. Para fins de cálculo de demanda, considerando os veículos e tempo ocioso, a empresa estima que tem capacidade de coletar em torno de 1000 toneladas/mês de resíduos

orgânicos por mês, o que representa 30% do potencial de geração. Transformando a quantidade em toneladas por dia, considerando 22 dias úteis por mês, temos o seguinte resultado:

Estimativa de Resíduos Coletáveis		% do TOTAL Gerado Na Região
1075,2	T/mês	30%
48,87	T/Dia	

Quadro 9 – Estimativa de Coleta de Resíduos Orgânicos em Ponta Grossa e Região
Fonte: ZERO RESÍDUOS S/A (2015).

A partir dessa premissa, iniciou-se a montagem da planilha de estudo da composteira, considerando o recebimento de 50T/dia.

Lembrando que no presente estudo, não serão considerados os serviços de coleta e transporte dos resíduos até o empreendimento. Esse serviço será prestado pela Zero Resíduos S/A e os custos referente a esse serviço serão repassados diretamente aos geradores. O custo considerado neste estudo pelo recebimento deste material refere-se apenas ao processamento do mesmo para produção de composto orgânico.

4.2 VIABILIDADE TÉCNICA DO EMPREENDIMENTO

Iniciou-se a montagem da planilha de viabilidade técnica, respeitando as normativas, legislações e regulamentações vigentes no país. Para isso, obteve-se auxílio do departamento técnico e de projetos da empresa Zero Resíduos S/A. São elas:

4.2.1 Local de Instalação

No presente estudo, a empresa Zero Resíduos S/A dispunha de um local, no distrito industrial de Ponta Grossa, com área de aproximadamente 35.000m², com terraplanagem feita e apto para receber o empreendimento. Isso se justifica da seguinte maneira:

- Está localizado no distrito industrial de Ponta Grossa/PR;
- Não há residência próxima ao terreno;

- Possui vias de acesso para veículos pesados asfaltadas ou em ótimo estado de conservação;
- O terreno permite adequar-se a seguinte item da Resolução CEMA 090/2013:
 - VII. Estar localizada no mínimo a 200 metros de distância de residências isoladas e vias de domínio público e a 400 metros de núcleos populacionais.

Este terreno foi recebido em doação pela empresa Zero Resíduos S/A. Ele foi doado pela Prefeitura Municipal de Ponta Grossa com fins específicos de instalação de empreendimentos para tratamento de resíduos. Por esse motivo, não será considerado no presente estudo o custo de oportunidade do terreno.

4.2.2 Licenciamento

Passou-se então para o levantamento dos custos relacionados ao processo de licenciamento do empreendimento junto ao Instituto Ambiental do Paraná – órgão responsável pelo licenciamento de empreendimento no estado do Paraná.

Como estimado no item 4.1, o empreendimento deverá processar em torno de 50 Toneladas por dia de resíduos orgânicos e desta forma, o processo de licenciamento deverá ser de porte EXCEPCIONAL (conforme a Resolução 090/2013 da CEMA). Logo, o empreendimento estará sujeito a apresentação de EIA/RIMA e deverá, obrigatoriamente, receber a licença prévia, licença de instalação e licença de operação.

Os custos relacionados a contratação de uma empresa especializada em desenvolver estudos de impacto ambiental estão demonstrados no quadro 10. Eles foram levantando pela equipe da ZERO RESÍDUOS S/A com empresas especializadas em execução dos estudos de impacto ambiental, visto que a empresa já contratou diversos estudos para outros empreendimentos e possui conhecimento para estimar os custos relacionados a esta parte do trabalho.

Custos para Desenvolvimento de EIA/RIMA	
Contratação de Empresa Especializada	R\$ 160.000,00

Quadro 10 – Custos Estimados para Desenvolvimento de EIA/RIMA da Composteira
 Fonte: ZERO RESÍDUOS S/A (2015).

4.2.3 Estrutura Básica

Para o projeto de viabilidade técnica, fora estimado uma estrutura básica a fim de viabilizar o licenciamento ambiental do empreendimento. A estrutura deve contar com os seguintes itens básicos:

- Tecnologia de tratamento escolhida;
- Método de Cobertura;
- Método de impermeabilização de Piso;
- Estimativa de Estrutura de Portaria, Vestiário e Banheiros;

4.2.3.1 Tecnologia

Conforme demonstrado na planilha de projeção de demanda, existe um grande volume a ser tratado e para isso, faz-se necessária a utilização de tecnologias que aumentem a eficiência do processo. O método que será discutido a seguir é a tecnologia de aeração forçada comparada ao método de revolvimento mecânico. Utilizou-se apenas critério de espaço físico necessário com base no tempo de processamento médio, visto que a cobertura da área de compostagem representa um dos maiores custos de implantação deste projeto.

Para cálculo de volume da leira, seguindo as orientações apresentadas no item 2.4.5, as leiras devem ter altura entre:

- Altura mínima: 1,5 metro – altura inferiores não apresentam volume suficiente para manutenção da temperatura do processo.
- Altura máxima: 1,8 metro – alturas superiores apresentam peso excessivo e conseqüentemente compactação do material da base.

Para o presente estudo, considerou-se a largura da leira como sendo de 3 metros. Para fins de necessidade de espaço para disposição, utilizou-se a altura mínima (1,5 metro), dessa forma, tem-se um cálculo conservador e permite-se, ao longo do tempo, um crescimento de pelo menos 15% da produtividade apenas aumentando o tamanho da leira para sua altura máxima. Logo, o volume da leira será de 2,25 m³ por metro linear. A Figura 09 demonstra as dimensões da leira para fins deste trabalho.

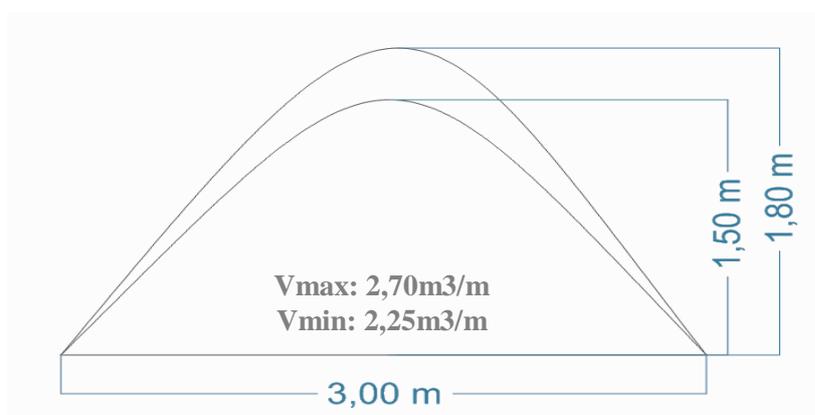


Figura 9 – Dimensões das Leiras
Fonte: Autoria Própria

O método de aeração forçada se baseia em um sistema de injeção de ar na parte inferior da leira de matéria orgânica, para controle da temperatura, melhor oxigenação da massa e controle da umidade. O método de revolvimento mecânico se baseia na utilização de tratores com implementos hidráulicos para revolvimento da massa da leira.

O sistema de aeração forçada necessita de um investimento inicial maior (CAPEX), porém conforme apresentado abaixo, se torna viável, visto a redução significativa da necessidade de cobertura (barracão). Em visita a um empreendimento localizado na cidade de Castro-PR no mês de agosto de 2015, que já possui o sistema de aeração forçada em funcionamento, observou-se que o tempo de processo reduziu a menos da metade, passando de aproximadamente 60 dias utilizando-se o revolvimento mecânico para aproximadamente 28 dias utilizando-se a aeração forçada.

Para fins de cálculo, utilizou-se os índices de peso relativo apresentados pela empresa Zero Resíduos S/A, da matéria orgânica gerada em Ponta Grossa. Segundo a empresa o peso relativo deste resíduo é de 800kg/m³.

A tabela 01 apresenta os cálculos de comparação entre os dois sistemas.

Tabela 1 – Comparativo Revolvimento Mecânico X Aeração Forçada

ITEM	SISTEMA REVOLVIMENTO MECÂNICO	AERAÇÃO FORÇADA
Peso Relativo da Mat. Org.	800 kg/m ³	800 kg/m³
Peso Coletado/dia	50.000 kg	50.000 kg
Volume dia	62.5 m ³	62.5 m³
Tempo de Processo Médio	60 dias	28 dias
Volume total durante o tempo de tratamento	3759 m ³	1750 m³
Volume da leira	2,25 m ³ /m	2,25 m³/m
Metragem linear necessária para acomodação das leiras	1670,6 m	777,7 m

Fonte: Autoria Própria (2015)

Com a análise da tabela 01, pode-se concluir que a partir da utilização do sistema de aeração forçada, reduz-se a necessidade de espaço físico para o processo de compostagem a menos da metade. Como a aquisição de área coberta (barracão) representa um dos maiores custos do processo, definiu-se pela utilização desse sistema de tratamento.

4.2.3.2 Cobertura

Com base na metragem linear necessária para tratamento de 50 toneladas/dia de matéria orgânica, iniciou-se a estimativa de custos necessários para cobertura. Segundo a Resolução CEMA 090/2013, toda área de recepção, tratamento e disposição final do composto devem ser cobertas.

De acordo com a tabela 01, o empreendimento deverá suportar, no mínimo, 777,7 metros lineares de leiras.

Sabe-se que a leira utilizada ocupará ao menos 3 metros de largura, e deveremos deixar mais 2,5 metros de corredor entre uma leira e outra, para movimentação das máquinas e que se possa fazer a conformação das leiras. Logo, utilizando a largura média de 25 metros existente entre pilares de barracão pré-moldados, o vão livre comportará ao menos 5 leiras.

A Figura 10 demonstra a disposição das leiras dentro dos 25 metros de vão livre do barracão, mantendo sempre a distância de 2,5 metros entre uma leira e outra.

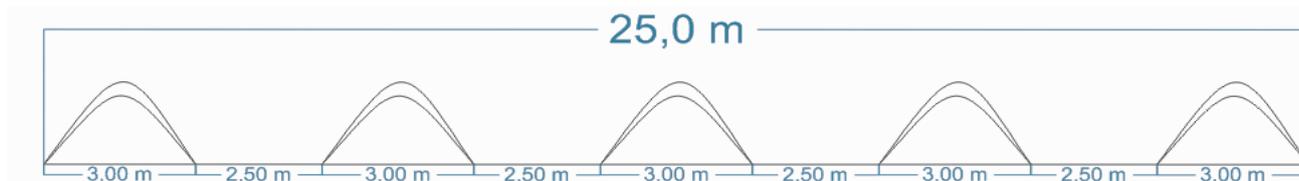


Figura 10 – Disposição das Leiras Dentro do Barracão
Fonte: Autoria Própria

Dessa forma, o barracão necessário para comportar o empreendimento deverá ter pelo menos 155,5 metros de comprimento por 25 metros de largura. Isso representa uma área total de 3.887,45 metros quadrados. Para fins de implantação, será considerada a compra de um barracão de pelo menos 4.000 metros quadrados - o que comportaria em torno de 28 lotes de material (considerando 62,5m³ por lote).

Para as áreas de recepção e disposição final, definiu-se uma área de 375 metros quadrados para cada uma delas, a ser montada com estrutura também pré-moldada.

Definiu-se pela compra de estrutura pré-moldada em concreto. Uma rápida pesquisa junto aos fornecedores de estrutura de coberturas, tanto concreto como metálica, demonstrou que a estrutura metálica, por ser mais leve e rápida para execução da obra, tem um custo bem maior que a estrutura em concreto. Como o prazo de execução da obra não é um fator a ser considerado, pode-se optar pelo tipo de construção mais lenta e mais barata.

Os custos de compra e implantação da cobertura pré-moldada para o empreendimento serão levantados a partir de orçamentos com empresas especializadas da região de Ponta Grossa. Os custos destes itens estarão discriminados na planilha de custos de implantação.

4.2.3.3 Piso

Para o sistema de piso da composteira, analisou-se duas tecnologias de impermeabilização: piso de concreto com 10cm de espessura e geomembrana de PEAD com 2mm de espessura.

A comparação foi feita baseada no custo de implantação de cada uma das tecnologias e na resistência de cada uma delas ao longo do tempo considerado no estudo (10 anos). Para ambas, utilizou-se o sistema de cálculo de custo de

construção chamado SINAPE - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil, composição de custos da Caixa Econômica Federal.

O comparativo entre as duas tecnologias pode ser visto na tabela 2.

Tabela 2 – Comparativo Piso de Concreto X Geomembrana de PEAD

ITEM	Piso de Concreto 10cm	Geomembrana de PEAD 2mm
Custo de execução (SINAPE)	R\$ 61,47	R\$ 25,01
Metragem a ser impermeabilizada	4750m²	4750m ²
Custo total para execução	R\$ 291.982,50	118.797,50

Fonte: SINAPE e Zero Resíduos S/A (2015)

Apesar do custo de implantação do piso de concreto ser bem superior ao custo da geomembrana de PEAD, optou-se no presente estudo pelo piso de concreto, visto que o empreendimento está sendo considerado para ter uma vida útil de pelo menos 10 anos e a geomembrana de PEAD não é indicada para impermeabilização de superfícies aonde exista atrito entre os equipamentos de operação e a camada a ser impermeabilizada. Muito possivelmente, haveria necessidade de substituição da geomembrana em diversos pontos do barracão durante a vida útil do empreendimento. Sua utilização é mais indicada no caso de aterros sanitários, aonde o resíduo fica em contato com a manta de PEAD e não as máquinas que fazem a operação.

4.2.3.4 Portaria, vestiários e banheiros

Para os itens de portaria, vestiários e banheiros, utilizou-se também o software de cálculo da Caixa Econômica Federal – SINAPE. Com base nas áreas definidas - portaria deverá ter em torno de 25m², em anexo dois banheiros com vestiário, sendo de 10m² cada um – adicionou-se no sistema de cálculo as especificações. O resultado em valores foi de R\$ 74.460,00 (referência Novembro/2015). Para fins de cálculo deste empreendimento, considerou-se R\$ 75.000,00 alocados para estes fins, conforme descrito na tabela 3:

Tabela 3 – Recursos Alocados para Portaria, Vestiário e Banheiros

ITEM	RECURSOS
Portaria, vestiário e banheiros	R\$ 75.000,00

Fonte: Autoria Própria (2015)

4.3 ESTRATÉGIA COMERCIAL DO NEGÓCIO

Como estratégia comercial do empreendimento, definiu-se alguns pontos de diferenciação de outros empreendimentos do mesmo tipo no mercado. São eles:

- Produção de composto orgânico em larga escala – Aproximadamente 27 toneladas por dia;
- Processo com alta eficiência – Redução de 60 para 28 dias do tempo de processamento;
- Garantia do produto de alta qualidade – coleta seletiva de resíduos orgânicos;
- Embalagem de 15 kg para venda em mercados e agropecuárias;
- Possibilidade de venda a granel (por tonelada) para produtores rurais;

4.4 PROCEDIMENTO OPERACIONAL DA USINA

Para melhor entendimento, definiu-se alguns procedimentos operacionais do empreendimento. As partes do processo foram divididas para facilitar a organização e a visualização do processo operacional, conforme o fluxograma na Figura 11:

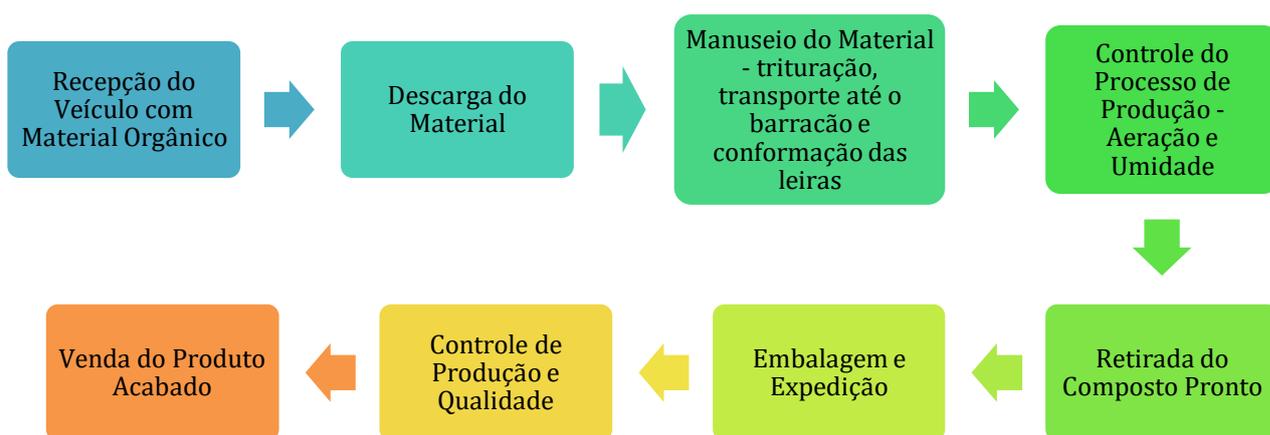


Figura 11 – Fluxograma Resumido do Processo

Fonte: Autoria Própria (2015)

Analisando a Figura 11, pode-se perceber que o processo possui partes críticas para que se garanta a qualidade do produto final. O primeiro procedimento descrito é a recepção dos veículos com matéria orgânica para cadastro das informações e vistoria do material.

Na Figura 12 (layout do empreendimento) o local onde se executa essa atividade é chamada de **ÁREA DE VISTORIA**. Após aprovação da entrada do veículo, o mesmo se desloca até a área de **RECEBIMENTO**, conforme pode-se ver na parte superior da Figura 12.

Após a descarga do material, os operadores da usina devem manusear o material com ajuda dos equipamentos específicos, tanto para trituração e conformação das leiras, como para remoção do material acabado do processo e transporte até a área de **EMBALAGEM**. Após embalado, o produto pode ser disposto na área de **PRODUTO ACABADO**, como pode-se observar na Figura 12 também.

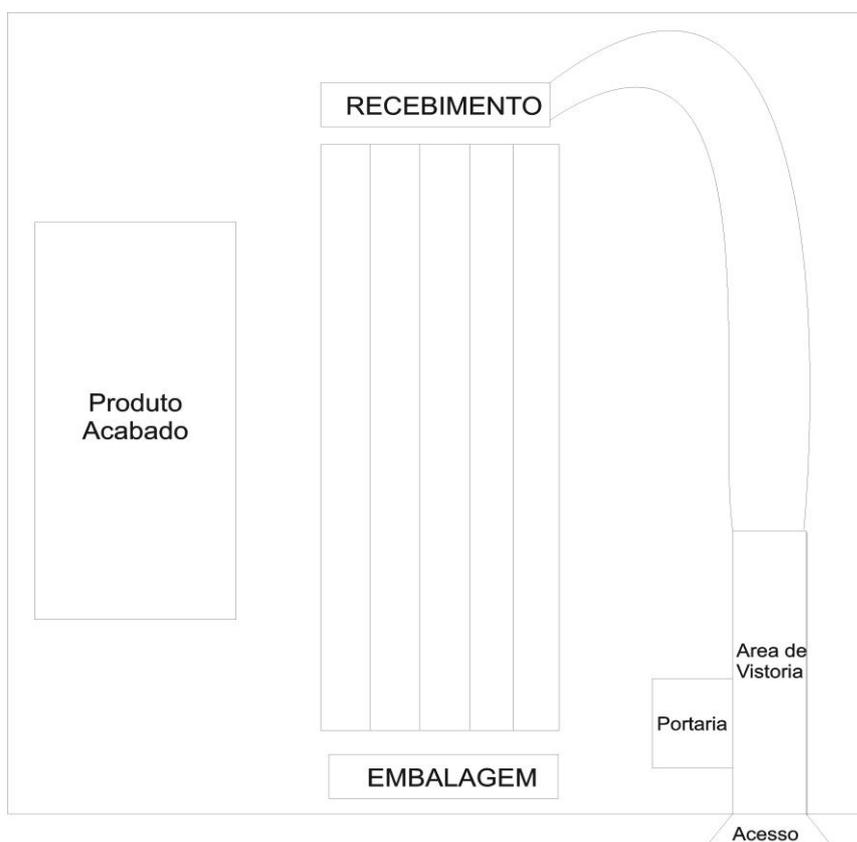


Figura 12 – Layout Básico do Empreendimento
Fonte: Autoria Própria

Todos esses procedimentos foram descritos de forma detalhada a seguir.

4.4.1 Recepção de Resíduos

A recepção será feita pelo porteiro do empreendimento. Os caminhões da Zero Resíduos S/A irão adentrar no empreendimento pelo portão principal e deverão reportar ao Porteiro com os seguintes dados:

- Nome do gerador de resíduos orgânicos;
- Quantidade de resíduos conforme MTR;
- Data da coleta;

O porteiro irá preencher a ficha de recebimento de material, adicionando os dados que serão posteriormente passados ao sistema eletrônico de controle. Após o preenchimento dos dados, o porteiro deverá verificar o material ainda no caminhão, visualmente e auxiliando-se de uma ferramenta para revirar superficialmente a carga e, somente após a aprovação do porteiro, os veículos deverão se descolar a área de RECEBIMENTO para descarga.

A verificação visa identificar se existem ou não outros tipos de resíduos misturados na carga que está sendo recebida. Caso o porteiro identifique que o material não é puramente resíduo orgânico, o caminhão não poderá descarregar o material.

Devido a necessidade de conformação diária do material recebido em leiras, o horário para recebimento de material será estipulado das 08:00hrs às 14:00hrs. Deverá também ser escalonado um cronograma de recebimento, a fim de aproximar ao máximo o recebimento diário a quantidade de 50t, ou seja, 62,5m³. Outro fator importante a ser considerado é a atenção a relação Carbono/Nitrogênio do material que irá ser encaminhado ao processo. Sugere-se, ao início do recebimento, uma análise do material de cada um dos clientes coletados, para identificação e posterior organização de uma rotina de coleta pela empresa transportadora a fim de manter diariamente, após trituração e mistura do resíduo do dia, um teor de C/N de 30 a 40 para 1 (carbonos para nitrogênio).

4.4.2 Descarga de Material

Os caminhões de resíduos poderão descarregar na área de RECEBIMENTO somente após sinalização de um dos operadores da usina. Essa orientação deverá ser dada visando o maior aproveitamento da área do barracão, que é de 375m².

Lembrando que conforme a Resolução CEMA 090/2013, todos os resíduos descarregados deverão estar sobre o piso de concreto e sob a cobertura.

Caso o operador verifique que o material recebido não está conforme (existem outros tipos de resíduos), deverá informar o gerente da planta que procederá com a recarga do caminhão.

4.4.3 Manuseio do Material / Acomodação nas Leiras

Para facilitar o entendimento desse procedimento operacional, montou-se o quadro 11, o qual demonstra ao longo do dia, quais atividades serão desenvolvidas e a quantidade de colaboradores envolvidos em cada área.

Qtde de Colaboradores envolvidos	1	1			3
Horário	Chegada de Caminhões com Resíduo	Retirada de material pronto	Trituração, transporte e conformação de leiras	Verificação do Processo	Embalagem e expedição
08:00 às 10:00	X	X			X
10:00 às 12:00	X	X			X
12:00 às 15:00	X			X	X
15:00 às 18:00			X		X

Quadro 11 – Horários de Execução das Atividades no Empreendimento
Fonte: Autoria Própria (2015).

Para o processo de compostagem em si, estimou-se a contratação de 02 pessoas. A máquina a ser adquirida é uma retroescavadeira nova, com concha com

capacidade de 0,96m³. Considerou-se a aquisição de uma retroescavadeira e não uma pá carregadeira, pois pode-se utilizar a concha traseira para operação de manutenção das vias internas do empreendimento, conformação de taludes e controle de erosões.

Definiu-se a seguinte rotina de trabalho para cada um dos operadores:

O operador 01 ao início do turno de trabalho (08:00hrs), deverá se deslocar para a área de recebimento de material, para auxílio e instrução dos motoristas para descarga. Este operador permanece nesta função até o término das descargas dos caminhões do dia, respeitando o tempo de almoço.

O operador 02 deverá deslocar-se para o interior do pátio de compostagem para verificação do processo, juntamente com o gerente da planta. Após as instruções do gerente da planta, o operador verificará a situação das leiras, quanto aos critérios apresentados no item 4.4.4 e 4.4.5 (controle de aeração e controle de umidade). O operador deverá verificar também, a partir da ficha de controle de produção, a área do pátio que o material já está curado (pronto). A ficha de remoção do material curado deverá ser preenchida, indicando a metragem linear de material que será retirada, para posterior inclusão no sistema de controle eletrônico.

Somente após isso o operador deverá pegar a retroescavadeira e proceder com a remoção do material pronto. Lembrando que em toda a extensão das leiras existem os dutos de aeração e o operador deverá tomar cuidado a fim de não danificar o sistema. O material deverá ser retirado e levado para área de embalagem e expedição. Esse processo deve-se encerrar até as 12 horas do dia.

Ambos os operadores deverão possuir habilitação para operação de retroescavadeira, para que, mesmo nos momentos aonde um dos operadores estiver dedicado ao processo de controle do processo, o operador de instrução de descarga necessite fazer a movimentação de parte do material, possa utilizar a retroescavadeira.

No quadro 12, pode-se ver o tempo estimado de utilização para essa parte do processo:

Quantidade de resíduo disposto na leira no início do processo (médio)	62,5 m ³
Fator de redução	45%
Quantidade de composto ao final do processo	34,37 m ³
Capacidade da concha do equipamento	0,96 m ³
Quantidade de viagens	35,8
Tempo estimado de viagem	1:25 Minutos entre carga e ida 1:05 Minutos para volta Total: 2:30 minutos
Tempo total dia	1,50 hora
Tempo total mês (considerando 22 dias trabalhados)	32,8 horas

Quadro 12 – Estimativa de Tempo de Utilização da Retro 1
Fonte: Autoria Própria (2015).

Após o término do transporte do material curado, o operador 02 poderá prosseguir para o controle do processo novamente. Nesse momento, poderá ser executado o procedimento de umidificação das leiras, conforme descritos no item 4.4.5.

A partir das 16 horas, horário o qual encerra-se o recebimento de resíduos, o operador 02 irá novamente utilizar a retroescavadeira para triturar a massa de resíduos orgânicos do dia e em seguida transportar para o interior do barracão. O operador 01 irá auxiliá-lo na trituração, transporte para o interior do barracão e conformação das leiras.

Foi considerada a aquisição de um triturador acoplado a uma peneira, para homogeneização do material e remoção dos resíduos com granulometria em desacordo com o processo.

Utilizando-se da própria retroescavadeira, o material será inserido na entrada do triturador e retirado na saída, para daí ser enviado para o interior do barracão.

O procedimento de conformação das leiras deverá ocorrer após o término do transporte de todo o material recebido no dia para o interior do barracão. A

conformação deverá ser feita visando manter a altura e largura dentro das especificações, conforme já apresentado na Figura 09 (p. 64).

Para controle do processo, o material a ser colocado no interior do barracão será dividido em lotes. Cada lote representa o recebimento de material de um dia todo, que será conformado em uma secção da leira.

Para demarcação do início do material, serão colocados separadores (bandeiras), demarcando o início e o final do espaço destinado para cada lote, sendo que neste espaço, o operador deverá conformar a leira. Sob o lote, haverá uma placa, com a numeração de cada espaço.

A Figura 13 demonstra visualmente de que forma serão demarcadas as áreas e identificados os lotes. As flechas exemplificam onde se inicia e onde finaliza o LOTE 02. O término do lote 02 é o início do LOTE 03, e assim consecutivamente.

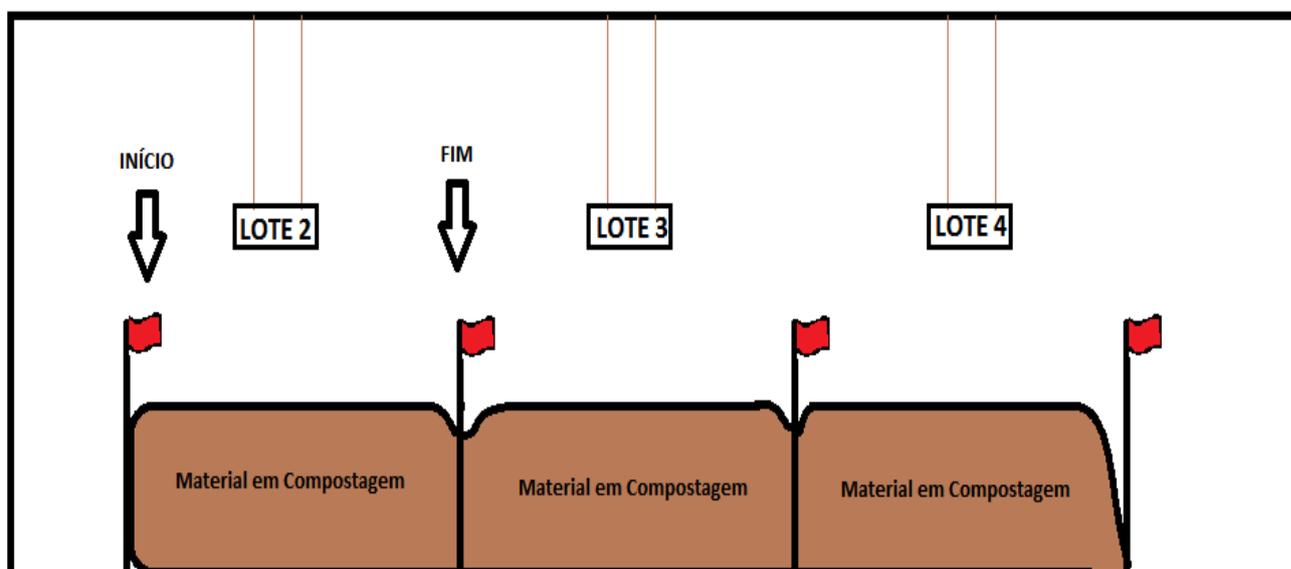


Figura 13 – Demonstração das Bandeiras e Placas dos Lotes
Fonte: Autoria própria (2015)

Nesta parte do processo o operador também deverá tomar cuidado a fim de não danificar o sistema de aeração.

O quadro 13 apresenta o cálculo de horas de utilização da retroescavadeira nessa parte do processo.

Quantidade de resíduo a ser disposto em leiras por dia	62,5 m ³
Capacidade de carga da concha da retroescavadeira	0,96 m ³
Quantidade de viagens para transporte	65,1 viagens
Tempo estimado de viagem	1:25 Minutos entre carga e ida 1:05 Minutos para volta Total: 2:30 minutos
Tempo estimado de conformação da leira / dia	25 minutos
Tempo total dia	3,12 horas
Tempo total mês (considerando 22 dias trabalhados)	68,8 horas

Quadro 13 – Estimativa de Tempo de Utilização da Retro 2
Fonte: Autoria Própria (2015).

Logo, a quantidade de horas de utilização da retroescavadeira no processo será de 101,61 horas/mês e para fins de cálculo de custos será considerado 105 horas/mês.

Após a conformação da leira, o operador 02 deverá proceder para guardar a retroescavadeira, e o operador 01 irá preencher a ficha de conformação do lote do dia, inserido as informações constantes na ficha.

4.4.4 Sistema de Aeração Forçada

O sistema de aeração forçada se baseia na utilização de máquinas específicas para captação e injeção de ar, através de dutos, sob as leiras de resíduos orgânicos. Para este trabalho, será utilizado um sistema automatizado de injeção de ar, para que a temperatura da leira permaneça estável, principalmente na fase crítica do processo, aonde a temperatura não deve exceder 65°C. Neste estudo, contou-se com a utilização de dosadores de vazão também automatizados no interior do pátio, controlados por uma central de controle, a qual recebe informações de leitores de temperatura também dispostos no interior do pátio. Todo o sistema deverá funcionar de maneira autônoma.

O sistema, de forma resumida, conta com uma bomba de injeção de ar (chamado de soprador, o qual está representado pela Figura 14).



Figura 14 – Demonstração do Soprador
Fonte: Catálogo do Fabricante – OMEL (2015)

O soprador injeta o ar em um duto principal (Duto 01), que liga o soprador a entrada do barracão de compostagem. Este por sua vez irá se subdividir em 5 dutos menores (Duto 02), cada um destinado para cada uma das leiras contínuas ao longo do barracão. Estes por sua vez, se dividirão em 3 dutos de tamanho ainda menor (Duto 03) que serão fixados sobre piso de concreto, exatamente na área onde deverá ser conformada a leira, com distância fixa entre um e outro de 75 centímetros. Esses dutos (Duto 03) são específicos para dispersão do oxigênio sob a massa de resíduos e terão pequenos orifícios em toda a sua extensão. Na Figura 15 pode-se verificar o layout representativo dos dutos (01, 02 e 03).

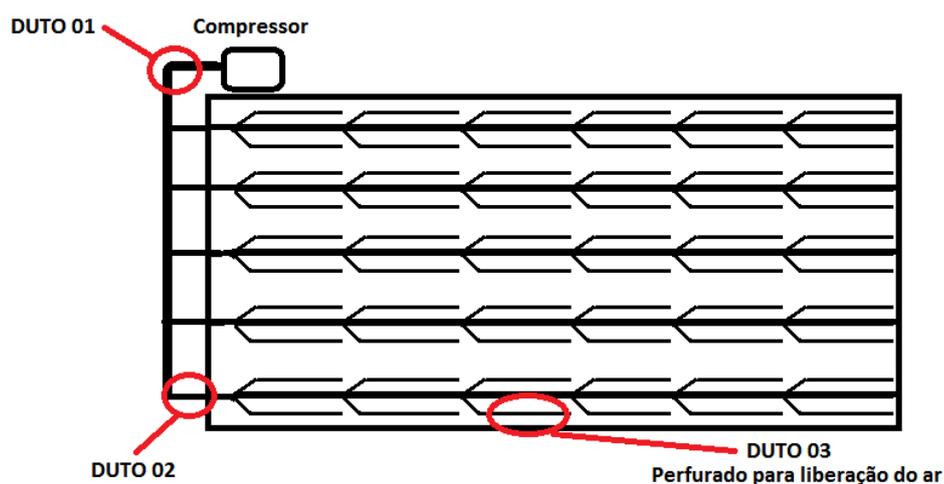


Figura 15 – Representação dos Dutos
Fonte: Autoria Própria (2015)

A Figura 16 demonstra uma representação de um corte lateral na extensão do barracão e os 3 dutos de aeração sob a leira (Duto 03).

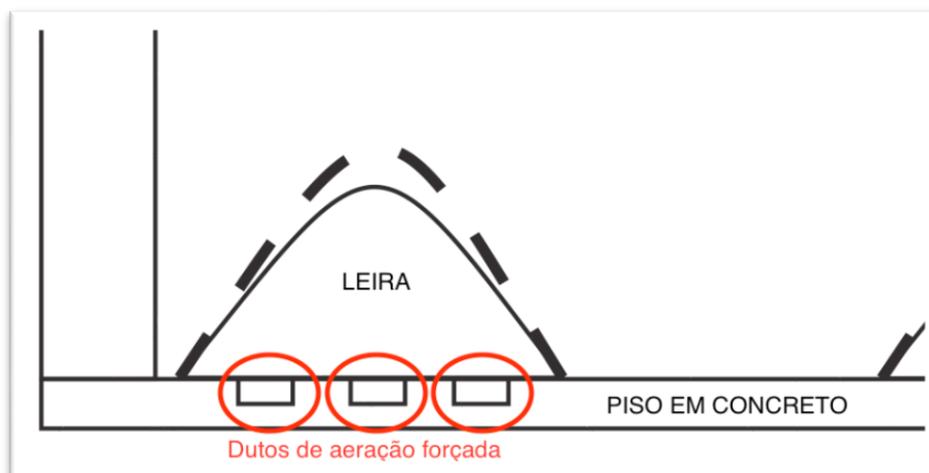


Figura 16 – Demonstração dos Dutos de Aeração Forçada sob a Leira
Fonte: Autoria Própria (2015)

Para maior entendimento do sistema de aeração, representou-se com as Figuras 17 e 18 o sistema de controle do ar para cada uma das leiras. A central de controle irá receber as informações de medição do sensor de temperatura (representado nas figuras pelo triângulo vermelho) e em seguida enviará um sinal para o dosador (representado nas figuras pelo quadrado vermelho) para liberação do fluxo de ar e em qual percentual. Cada uma das leiras terá um conjunto (termômetro + dosador) para controle efetivo e eficiente do processo de compostagem em cada um dos lotes, individualmente.

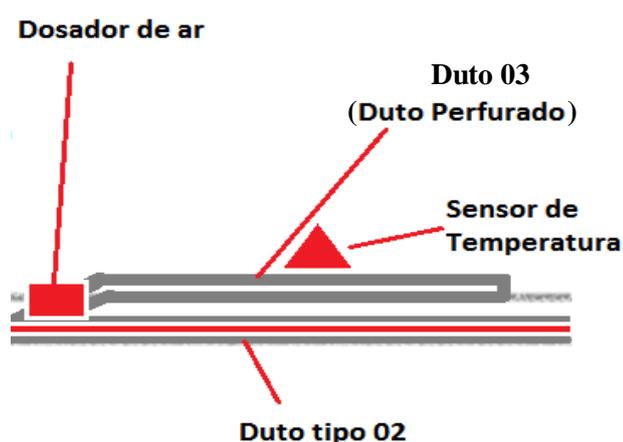


Figura 17 – Vista Lateral de uma Leira
Fonte: Autoria Própria (2015)

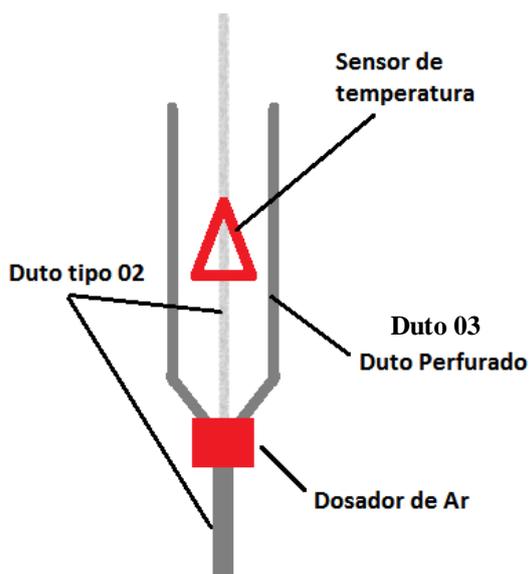


Figura 18 – Vista Superior de uma Leira
Fonte: Autoria Própria (2015)

Como o sistema conta com sistema de dosadores automáticos, levou-se em consideração na hora de definição da potência do soprador uma situação hipotética aonde todos os dosadores estão abertos e teremos todos os furos liberando ar ao mesmo tempo. Entendeu-se, junto com o departamento técnico da Zero Resíduos, que um fluxo de ar menor que 10 L/min por furo (ou seja, 0,16L/seg) não seria suficiente para controle efetivo da temperatura da leira nas proporções do estudo (2,25m³/m). A memória de cálculo deste fluxo não foi liberada pela empresa para compor o presente estudo, pois trata-se de uma informação estratégica.

Para esse projeto o soprador deverá ter capacidade mínima de assopramento de 32m³/min. O critério de definição de vazão foi estimado através do seguinte cálculo (quadro 14):

Metragem Linear de Leiras	777,7 metros
Distância entre furos nos dutos de aeração	30 cm
Quantidade de furos do sistema	2590 furos
Volume de ar máximo injetado no sistema	32m ³ /min

CONTINUA

Volume de ar mínimo liberado por furo, quanto todos os dosadores estiverem abertos	0,012m ³ /min
--	--------------------------

CONCLUSÃO

Quadro 14 – Critérios de Definição de Vazão de Ar
Fonte: Autoria Própria (2015).

O custo do sistema de controle de aeração levou em todos os itens necessários para aquisição e instalação. O custo estimado total do sistema, demonstrado no quadro 15, é de R\$600.000,00.

Custo do sistema de aeração forçada			
Item	Qtde	Custo Unitário	Custo Total
Instalação elétrica para Soprador – poste, linha de transmissão e painel para ligação	1	R\$ 43.000,00	R\$ 43.000,00
Soprador de ar – 32m ³ /min – Marca OMEL – Mod. 1039 – Instalado	1	R\$ 45.000,00	R\$ 45.000,00
Sistema de tubulação para condução de ar - sistema principal (DUTO 01)	1	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00
Sistema de tubulação para condução de ar - sistema secundário (DUTO 02)	1	R\$ 48.000,00	R\$ 48.000,00
Sistema de tubulação para condução de ar - sistema terciário (DUTO 03)	1	R\$ 88.000,00	R\$ 88.000,00
Instalação da Tubulação – Quebra e acabamento do concreto	1	R\$ 10.000,00	R\$ 10.000,00
Sensores de temperatura – 1 por lote do barracão	30	R\$ 2.750,00	R\$ 82.500,00
Dosadores de Pressão – 1 por lote do barracão	30	R\$ 3.650,00	R\$ 109.500,00
Cabeamento elétrico para controle do sistema	1	R\$ 45.000,00	R\$ 45.000,00
Painel eletrônico de controle do processo – instalado e aferido	1	R\$ 105.000,00	R\$ 105.000,00
TOTAL ESTIMADO			R\$ 596.000,00

Quadro 15 – Custo Estimado do Sistema de Aeração Forçada
Fonte: Autoria Própria (2015).

Para cálculo do consumo de energia elétrica, levou-se em consideração o consumo do soprador, pois este representa quase a totalidade do consumo elétrico do sistema. Como o sistema é automatizado e ficará controlando os parâmetros do sistema 24 horas por dia, utilizou-se a potência informada pelo fabricante do equipamento, que para soprar 32m³ de ar por minuto consome 48KW de energia.

Considerou-se os custos de energia elétrica com fornecimento a 34,5Kw, conforme 19 (conta de luz emitida em 31/10/2015 no terreno a ser implantado o empreendimento). Com relação ao horário de Ponta ou Fora de Ponta, considerou-se que o sistema irá desligar os motores de assopramento de ar nos períodos de ponta, que representam 3 horas por dia. Logo, o total de horas de utilização será de 630 horas. Como forma de controle do processo, caso os parâmetros mínimo de controle do processo ultrapassem 10% do limite desejado durante o horário de Ponta, o sistema automatizado poderá ser acionado e máquina entrará em funcionamento. A memória de cálculo pode ser vista no quadro 16

NOTA FISCAL/CONTA DE ENERGIA ELÉTRICA N° 00
Emitida em 31/10/2015

Produto Descrição	Un.	Grandezas Faturadas	Valor Unitário
ENERGIA ELET CONSUMO PONTA	kWh	547,00	1,585265
ENERGIA ELET CONSUMO F PONTA	kWh	124474,00	0,522015
DEM ULTRAPASSAGEM05/10/15 - 11:45	kW	123,60	20,909061
DEMANDA FORA PONTA	kW	453,60	10,454541
ENERGIA CONS. B.VERMELHA	kWh		
CONT ILUMIN PUBLICA MUNICIPIO			

Figura 19 – Fatura de Energia Elétrica do Terreno a Ser Implantando o Empreendimento
Fonte: Zero Resíduos S/A (2015)

Potência do equipamento	48 KW
Tempo de utilização por mês	21 horas * 30 dias = 630 horas/mês
Consumo mês	48 * 630 = 30.240 Kwh
Custo da energia elétrica – conforme Figura 19	0,522015 por Kwh
Custo Total Estimado	R\$ 15.785,73

Quadro 16 – Memória de Cálculo – Consumo de Energia Elétrica
Fonte: Autoria Própria e OMEL (2015).

4.4.5 Controle de Umidade

Os operadores contratados deverão, regularmente, conferir a umidade no interior das leiras. Conforme a literatura pesquisada, a umidade não poderá ser inferior a 40% e não superior a 60%. O sistema de verificação deverá ser feito utilizando o método mais simples e altamente difundido. A EMBRAPA (2009) apresenta o método da seguinte maneira: O teste consiste em pegar com a mão um pouco de material do interior da leira e comprimi-lo com bastante força. O ponto ideal da umidade é quando a água começa a verter entre os dedos, sem escorrer. A Figura 20 demonstra a forma como o método deverá ser feito:



Figura 20 – Demonstração do Método de Verificação de Umidade
Fonte: Embrapa (2009)

Caso os operadores detectem que a umidade está abaixo de 40% (a partir da realização do teste da Embrapa), poderão aspergir água sob a leira utilizando-se de uma mangueira instalada na lateral do barracão. Isso não deverá ocorrer com muita frequência, visto que o sistema de aeração busca manter padrões de temperatura pré-definidos e isso auxilia para que a umidade se mantenha dentro dos parâmetros, e o sistema de contenção de lixiviados irá aspergir automaticamente sobre as leiras o líquido captado na área de recebimento e no barracão principal.

4.4.6 Embalagem e Expedição

Para a área de disposição do composto pronto e embalagem, estimou-se um barracão também de 375m². Essa área irá receber o composto após o tratamento, onde deverá permanecer até que seja embalado. O composto, após chegar neste ponto do processo, está estável e não reagente. Os operadores deverão adicionar as informações de data de embalagem, lote do produto e quantidade a ser embalada na central de controle da empacotadora, para que os pacotes já sejam impressos corretamente.

Neste projeto, serão alocadas 3 pessoas para empacotamento, sendo que o abastecimento da máquina será feito manualmente e a remoção do pacote pronto também. Os pacotes serão dispostos sobre pallets de madeira, para facilitar o armazenamento e carregamento dos caminhões na hora da venda. Todo composto será embalado em pacotes de 15kg a partir da utilização de uma empacotadora, salvo quando ocorrer a venda do produto a granel (estimado no presente estudo em 30 toneladas por mês). Neste caso, o produto final será disposto diretamente no veículo transportador a partir do agendamento prévio com o gerente da planta.

Conforme o fator de redução de volume, serão produzidos na usina aproximadamente 1.833 pacotes de composto orgânico de 15 kg por dia de trabalho. Isso representa 484.000 pacotes por ano.

4.4.7 Controle de Produção e Qualidade

Para o presente projeto, considerou-se a contratação de um gerente responsável pela planta. Ele será responsável por controlar a parte operacional do empreendimento, verificar se os operadores estão conformando as leiras de forma correta, verificar se o sistema de aeração forçada automatizada está funcionando de acordo e se a área de empacotamento está rodando dentro das especificações. Basicamente, o gerente ficará responsável pela qualidade do processo.

Para isso, o gerente contará com a utilização de ferramentas de auxílio, dentre elas, pode-se citar:

- Fichas de Verificação;

O primeiro item de controle serão as fichas de verificação. Serão utilizadas tabelas para facilitar a coleta dos dados e verificação das informações. As fichas serão utilizadas na área de recepção dos resíduos, verificação do processo e controle do produto final. A área do processo que deverá ter mais atenção é o controle do processo. O operador responsável pelo controle do processo deverá verificar os 28 lotes em processamento e anotar nas fichas de cada lote as informações. Caso algum lote sofra qualquer interferência (umidificação, temperatura fora do especificado, geração de chorume) deverá ser preenchido na ficha para posterior averiguação do gerente da planta.

- Sistema Informatizado de Controle da Produção;

Após o preenchimento das fichas, as informações de produção deverão ser passadas ao sistema informatizado de controle. O sistema será adquirido visando controlar o sistema produtivo, fornecendo as informações e previsões de produção com base na média de recebimento de resíduos. O sistema também deverá fornecer informações de faturamento, previsão de contas a pagar e contas a receber, controle de funcionários e folha de pagamento, estimativa de vendas, dentre outras informações gerenciais.

- Fluxogramas;

Os fluxogramas, de cada uma das partes do processo, deverão ser entregues aos colaboradores que estarão desenvolvendo as atividades e será feito um treinamento com os mesmos. Deverão ser simples e objetivos para melhor compreensão do esquema por ele representado.

- Pareto

O gerente poderá se utilizar do Diagrama de Pareto, para controle da frequência de ocorrências dentro da planta. O diagrama é um gráfico de barras que ordena, de maior para menor, as ocorrências, permitindo a priorização dos problemas. Ele facilita a visualização das causas e torna mais eficiente a solução dos problemas.

- 5W2H;

Essa ferramenta pode ser utilizada na montagem dos planos de ação para correção de problemas. É chamada de 5W2H devido a sua origem de língua inglesa. Permite, por meio de sete perguntas, trazer todas as informações necessárias. São elas:

- *What?* (O que fazer?): Descrição do que efetivamente será feito.
- *Why?* (Por que fazer?): Justificativa por que se deve fazer.
- *Where?* (Onde vai ser feito?): Local ou área a ser feita a ação.
- *When?* (Quando vai ser feito?): Data ou período de execução.
- *Who?* (Quem vai fazer?): Pessoa ou departamento responsável pela ação.
- *How?* (Como vai ser feito?): Qual o método ou procedimento que será utilizado.
- *How much?* (Quanto vai custar?): Qual será a necessidade de recurso financeiro para execução.

4.4.8 Venda do Composto

Após o término do processo, o produto da compostagem está estável e pronto para ser utilizado. Optou-se no presente estudo pelo processo de embalagem em sacos de 15kg visando vender o produto em mercados e agropecuárias de Ponta Grossa e região.

Não foi descartada a opção de venda a granel do produto, diretamente para produtores rurais. Para isso, o produtor deverá entrar em contato com o gerente do empreendimento e agendar a data para carregamento e retirada do produto, visto que o gerente da planta deverá orientar os operadores da empacotadora a não procederem com o empacotamento do composto.

A estratégia de venda que será adotada para esse negócio será a seguinte:

- Venda do composto orgânico empacotado em todos os grandes mercados de Ponta Grossa;
- Venda do composto orgânico empacotado em todas as agropecuárias de Ponta Grossa, Carambeí e Castro;

- Venda do composto orgânico empacotado nas principais floriculturas de Ponta Grossa.
- Informação da possibilidade de venda do composto por tonelada no pacote de 15kg, informando o telefone de contato para agendamento;
- O gerente da planta ficará responsável por contatar os produtores rurais que responderam à pesquisa, informando sobre a qualidade do produto, resultados esperados da aplicação e custos de venda.

Serão ainda utilizadas ferramentas de marketing específicas para atingir o público alvo para cada produto, sendo eles:

- Pacotes de 15kg – cliente particular, com jardim residencial, floreiras, árvores frutíferas, que buscam complemento nutritivo para melhora de produtividade. Clientes irão encontrar o produto através de revendas.
- Venda a granel – produtores rurais de Ponta Grossa ou região, buscando um produto selecionados, registrado no MAPA, com alto poder nutritivo para lavouras. Negociação direta com o gerente da planta.

4.5 PESQUISA DE MERCADO - FORNECEDORES

Após as definições apresentadas no item 4, iniciou-se uma pesquisa de mercado junto a fabricantes de produtos e serviços necessários para implementação do projeto. Os recursos utilizados foram: cadastro de fornecedores da empresa Zero Resíduos S/A, internet e catálogos impressos.

Os fornecedores foram contatados via e-mail e solicitou-se aos mesmos o envio de orçamentos.

Após o recebimento dos orçamentos, comparou-se todas as propostas e os melhores valores foram elencados e formaram o estudo de viabilidade econômico-financeiro que será apresentado.

4.6 MONTAGEM DA PLANILHA DE ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRA

Para auxílio nas comparações e análises da viabilidade do empreendimento, utilizou-se uma planilha EXCEL, na qual foram inseridos os diversos componentes necessários para implantação e operação da usina.

A seguir serão apresentadas as diversas etapas do estudo:

4.6.1 Estrutura Básica

Chamou-se de estrutura básica os itens básicos para viabilização do empreendimento, como cobertura e piso, projeto de engenharia e licenças e registros. Alguns itens acessórios foram considerados, como iluminação, sistema de vigilância eletrônica, portaria e banheiros.

O custo referente a emissão do estudo de impacto ambiental e relatório de impacto ao meio ambiente foi considerado nesta área também, visto que sem ele não será possível iniciar a construção da usina.

Os custos são apresentados nos quadros 17 e 18.

Item	Descrição	Qtde	Unid.	Valor Unit.	Valor Total
1	Barracão pré-moldado	4750	m2	R\$ 250,00	R\$ 1.187.500,00
2	Piso de concreto (incluindo canaletas de lixiviado e sistema de armazenamento e contenção)	4750	m2	R\$ 65,00	R\$ 308.750,00
3	Iluminação e vigilância eletrônica e Acessórios Implantação (portão, grades, alambrados, etc)	1	Unid.	R\$ 20.000,00	R\$ 20.000,00
4	Portaria	1	Unid.	R\$ 75.000,00	R\$ 75.000,00
PARCIAL					R\$ 1.591.250,00

Quadro 17 – Custos da Estrutura Básica do Empreendimento
Fonte: Autoria Própria (2015).

Item	Descrição	Quantidade	Unid.	Valor Total
1	EIA RIMA	1	Unid.	R\$ 160.000,00
2	Projeto de Engenharia	1	Unid.	R\$ 13.000,00
3	Alvarás, bombeiro, etc.	1	Unid.	R\$ 3.500,00
4	Registro no MAPA (custos com análise do material, envios, taxas)	1	Unid.	R\$ 8.000,00
PARCIAL				R\$ 184.500,00

Quadro 18 – Custos com EIA RIMA, Licenças, Alvarás e Registro
Fonte: Autoria Própria (2015).

O custo total da estrutura básica é de R\$ 1.775.750,00. Esse valor foi considerado como aporte mínimo de recursos a fim de viabilizar o projeto. Os valores de metro quadrado de barracão pré-moldado foi levantando em consulta a empresas na região de Ponta Grossa – PR. O custo de piso de concreto e estrutura de portaria foram levantados a partir do sistema do SINAPE. O registro no MAPA é necessário para que seja permitida a venda de composto para produtores rurais.

4.6.2 Equipamentos

Os custos com equipamentos são apresentados no quadro 19. O sistema de aeração forçada inclui: Soprador de ar 48KW, dutos de ar em 3 tamanhos, dosadores automáticos, sensores de temperatura em todo o barracão e sistema de controle automatizado. A retroescavadeira considerada deverá ter capacidade mínima da concha de 0,96m³. A empacotadora deve ter capacidade produtiva mínima de 280 pacotes/hora.

EQUIPAMENTO	VALOR
SISTEMA COMPLETO DE AERAÇÃO FORÇADA <u>Valor do Equipamento</u>	R\$ 600.000,00
RETROESCAVADEIRA <u>Valor do Equipamento</u>	R\$ 205.000,00
EMPACOTADORA <u>Valor do Equipamento</u>	R\$ 75.000,00
PICADOR E PENEIRA <u>Valor do Equipamento</u>	R\$ 48.000,00
<u>INVESTIMENTO TOTAL</u>	R\$ 928.000,00

Quadro 19 – Custos com Aquisição de Equipamentos
Fonte: Autoria Própria (2015).

4.6.3 Depreciação

O Quadro 20 apresenta os custos referentes a depreciação, tanto da estrutura como dos equipamentos do processo. Para os equipamentos, considerou-se um percentual de depreciação de 80% ao longo de 5 anos. Para a estrutura, considerou-se um percentual de depreciação de 50% ao longo de 10 anos.

O percentual de depreciação representa quanto o equipamento/estrutura perdeu de valor durante o período considerado. Como exemplo, os equipamentos do empreendimento terão uma depreciação de 80% em 5 anos, ou seja, ao final de 5 anos os equipamentos valerão apenas 20% do valor pago na hora da compra. Como optou-se no estudo pela compra de equipamentos novos após 5 anos, será utilizado o residual do equipamento usado como forma de pagamento do equipamento novo.

Depreciação Mensal EQUIP		Depreciação Mensal INVEST	
Valor dos Equipamentos	R\$928.000,00	Valor da Implantação	R\$1.775.750,00
Percentual de Depreciação	80%	Percentual de Depreciação	50%
Valor Residual do Equipamento	R\$185.600,00	Valor Residual	R\$887.875,00
Quantidade de Meses	60	Quantidade de Meses	120
Valor Depreciado	R\$742.400,00	Valor Depreciado	R\$887.875,00
Valor Mensal de Depreciação - Equipamentos	R\$12.373,33	Valor Mensal de Depreciação - Estrutura	R\$7.398,96
TOTAL MENSAL			R\$19.772,29

Quadro 20 – Custos com Depreciação de Estrutura e Equipamentos
Fonte: Autoria Própria (2015).

4.6.4 Outros Custos Fixos

No quadro 21, considerou-se os outros custos fixos do processo, sendo eles: internet para utilização na portaria, vigilância do imóvel por empresa terceira e um plano de telefonia a ser utilizado pelo gerente da planta.

TIPO DE CUSTO FIXO	TOTAL MENSAL
Internet	R\$150,00
Vigilância	R\$2.500,00
Telefone	R\$250,00
TOTAL MENSAL	R\$2.900,00

Quadro 21 – Outros Custos Fixos
Fonte: Autoria Própria (2015).

4.6.5 Custos de Mão de Obra

Para o levantamento dos custos de salários foram considerados os acordos coletivos com referência novembro/2015.

Os custos de despesas de recursos humanos, EPI e Exames foram passados pelo Departamento Pessoal da empresa Zero Resíduos. A Reserva M.O. do quadro refere-se a um percentual, neste caso de 15%, de reserva para caso de férias de funcionário, faltas, atestados, décimo terceiro salário e outros motivos que possam gerar a necessidade de a empresa contratar uma nova pessoa temporariamente. Os custos de EPI e Exames foram diluídos em 12 meses, para estimativa de custo mensal.

O quadro 22 com o demonstrativo dos custos pode ser visto abaixo:

Função	Qtde	Salário + Encargos	EPI	Exames	Reserva M.O.	SUB TOTAL
Operador de Retro	2	R\$ 3.680,66	R\$10,83	R\$24,17	15%	R\$8.546,02
Gerente de Planta	1	R\$ 6.300,00	R\$4,75	R\$17,50	15%	R\$7.270,59
Porteiro	1	R\$ 4.300,00	R\$8,17	R\$17,50	15%	R\$4.974,52
Operador de Máquina	3	R\$ 3.219,09	R\$10,08	R\$17,50	15%	R\$11.201,02
TOTAL MENSAL						R\$31.992,15

Quadro 22 – Custos com Mão de Obra
Fonte: Autoria Própria e Zero Resíduos (2015).

4.6.6 Resumo de Custos Fixos

Para facilitar a visualização, montou-se o quadro 23 onde pode-se ver o resumo dos custos fixos:

CUSTOS FIXOS	Custo Mensal	Custo Anual
Depreciação de estrutura e equipamentos	R\$19.772,29	R\$237.267,50
Outros Custos Fixos	R\$2.900,00	R\$31.922,15
Custo de Mão de Obra - PESSOAL	R\$34.530,58	R\$414.366,94
TOTAL DE CUSTOS FIXOS	R\$ 57.202,87	R\$686.434,44

Quadro 23 – Resumo dos Custos Fixos
Fonte: Aatoria Própria (2015).

4.6.7 Custos Variáveis

Os custos variáveis são aqueles que podem aumentar ou diminuir de acordo com a produtividade da planta. Eles estão relacionados a utilização das máquinas e equipamentos, como por exemplo o consumo de manutenção, combustível e custos com pneus.

a) Custo com manutenção

Para fins deste estudo, considerou-se um percentual sobre o valor do equipamento para estimar o custo mensal com manutenção. O percentual foi estimado com base a consulta dos fabricantes e histórico de manutenção da Zero Resíduos S/A. Chegou-se ao índice de 0,5% do valor de aquisição do equipamento. O quadro 24 apresenta as estimativas de custos de manutenção mensal de cada um dos equipamentos e o total (somatória) desses custos.

Custo Manutenção		
Descrição	CUSTO MANUT. MÊS	Percentual Aplicado sobre o valor do equipamento
SISTEMA DE AERAÇÃO FORÇADA	R\$ 3.000,00	0,5%
RETROESCAVADEIRA	R\$ 1.025,00	
EMPACOTADORA	R\$ 375,00	
PICADOR E PENEIRA	R\$ 240,00	
TOTAL MENSAL R\$ 3.375,00		

Quadro 24 – Custos com Manutenção
Fonte: Aatoria Própria e Zero Resíduos (2015).

b) Custo com Embalagem

Foi considerado o custo mensal de compra de embalagens para ser utilizada na empacotadora. Segundo levantado com fornecedores, o custo médio de cada embalagem é de R\$0,15. O quadro 25 apresenta o custo total com compra de embalagens em rolos.

Custo Embalagens	
Descrição	CUSTO MENSAL
Rolo para Empacotadora - R\$ 0,15 por pacote	R\$6.050,00

Quadro 25 – Custos com Embalagem
Fonte: Autoria Própria e Zero Resíduos (2015).

c) Custo com Óleo Diesel

O cálculo de consumo mensal de óleo diesel levou em consideração o consumo médio do equipamento informado pelo fabricante, o custo médio de óleo diesel comprado pela Zero Resíduos S/A mensalmente direto de distribuidoras e a quantidade de horas de utilização do equipamento calculado no item 4.3.3. O quadro 26 apresenta os cálculos de consumo de óleo diesel mensal.

Custo com Diesel						
Diesel	Unid.	Preço do litro de diesel	Consumo em litros/hora	Valor Hora	Horas Mês	Valor Mês
RETROESCAVADEIRA	litro	3,45	10,00	R\$ 34,50	105,00	R\$ 3.622,50
TOTAL MENSAL						R\$ 3.622,50

Quadro 26 – Custos com Óleo Diesel
Fonte: Autoria Própria e Zero Resíduos (2015).

d) Custo com Pneus

O único equipamento da composteira que terá consumo de pneus será a retroescavadeira. Para fins deste cálculo, estima-se o consumo de 1 pneu a cada 4 meses de utilização, devido principalmente ao tipo de piso de operação do equipamento (concreto), o que deve gerar um desgaste maior. Logo, teremos o consumo de 0,25 pneu/mês. Os custos de pneus foram levantados em consulta a 3

fornecedores de pneus de Ponta Grossa - PR. O quadro 27 apresenta os cálculos de consumo de pneus mensal.

Consumo Pneumático						
Descrição Produto	Unid.	Qtde	Valor Unit.	Valor Total	Pneus/mês	Valor/mês
Pneu Dianteiro	un	2	R\$ 2.000,00	R\$ 4.000,00	0,25	R\$1.000,00
Pneu Traseiro	un	2	R\$ 2.980,00	R\$ 5.960,00	0,25	R\$ 1.490,00
TOTAL MENSAL						R\$ 2.490,00

Quadro 27 – Custos com Pneus
Fonte: Autoria Própria e Zero Resíduos (2015).

e) Outros Custos Variáveis

Considerou-se os outros custos variáveis do processo como: energia elétrica e água. Estes custos estão descritos no quadro 28. O custo da energia elétrica do motor do soprador foi estimado no item 4.4.4.

TIPO DE CUSTO VARIÁVEL	TOTAL MENSAL
Energia Elétrica (motores da aeração)	R\$15.785,43
Energia Elétrica Outros Equipamentos	R\$1.300,00
Água (incluindo a água necessária para controle de umidade da leira, se necessário)	R\$1.500,00
TOTAL MENSAL	R\$ 18.585,43

Quadro 28 – Outros Custos Variáveis
Fonte: Autoria Própria e Zero Resíduos (2015).

4.6.8 Resumo de Custos Variáveis

No quadro 29, pode-se ver o resumo dos custos variáveis:

CUSTOS VARIÁVEIS	Custo Mensal	Custo Anual
Custo Manutenção	R\$3.375,00	R\$40.500,00
Custo Embalagens	R\$6.050,00	R\$72.600,00
Custo Consumo Diesel	R\$3.622,50	R\$43.470,00

CONTINUA

Custo Consumo Pneumático	R\$2.490,00	R\$29.880,00
Outros Custos Variáveis	R\$18.585,43	R\$223.025,16
TOTAL DE CUSTOS VARIÁVEIS	R\$ 34.122,93	R\$409.475,16

CONCLUSÃO

Quadro 29 – Resumo dos Custos Fixos
Fonte: Autorial Própria (2015).

4.7 RECEITAS

Para o cálculo de projeção de receitas, primeiro fez-se necessário a definição dos valores a serem praticados no empreendimento, tanto para recebimento de matéria orgânica, como para venda do composto nas duas formas: empacotado ou por tonelada.

a) Recebimento

Para definição do valor a ser cobrado para recebimento de matéria orgânica, utilizou-se da *expertise* da Zero Resíduos S/A. A empresa já possui alguns contratos com composteiras para destinação de resíduo orgânico. Sabe-se que o valor a ser cobrado não poderá superar os R\$ 40,00 por tonelada, ou os clientes irão optar por outros empreendimentos de tratamento deste tipo de resíduo.

b) Composto empacotado

Para definição do valor de venda do pacote de 15kg de composto orgânico, levou-se em consideração o custo médio de venda deste tipo de produto no mercado regional. Foi contatado 2 supermercados e 3 agropecuárias na cidade de Ponta Grossa. Além de nenhum dos locais oferecer o produto em pacotes maiores que 10kg, o preço médio de venda deste produto é de R\$1,40 por quilo. Lembrando que no preço de venda consultado, está incluída a margem do revendedor. Definiu-se então que o empreendimento irá vender o pacote de 15 kg por R\$3,00 (R\$ 0,20 por kg), visando tornar-se competitivo e ao mesmo tempo, trazendo rentabilidade.

c) Composto por tonelada

Foram enviados questionários para produtores rurais, conforme APÊNDICE B (Roteiro da Entrevista – Compradores de Composto Orgânico), para identificação de potencial de consumo. O cadastro e contato de e-mail dos produtores fora obtido junto a Sociedade Rural dos Campos Gerais, entidade representativa dos produtores. As respostas dos questionários auxiliaram na definição do valor de venda de composto orgânico por tonelada, que foi de R\$ 250,00 por tonelada. Para vendas a granel, será considerado o custo de R\$ 200,00 por tonelada (mesmo custo do kg de composto em pacotes). Considerou-se que pelo menos uma carreta (30 toneladas) de composto será vendida por mês, nesta modalidade, porém, caso isso não ocorra, o processo está dimensionado para que todo o composto possa ser empacotado e armazenado em pallets para entrega nas revendas.

Durante a projeção de receitas, não foram considerados os custos relacionados à coleta e transporte dos resíduos, visto que estes serviços serão de responsabilidade da Zero Resíduos S/A e serão repassados aos geradores.

Abaixo, no quadro 30, pode-se ver o resumo dos valores das receitas no empreendimento:

TIPO DA RECEITA	UNIDADE DA RECEITA	VALOR
Recebimento de Matéria Orgânica Não Contaminada	Tonelada	R\$ 40,00
Composto Orgânico Empacotado	Pacote de 15kg	R\$ 3,00
Composto Orgânico (granel)	Tonelada	R\$ 200,00

Quadro 30 – Resumo das Fontes de Receitas e Seus Valores
Fonte: Autoria Própria (2015).

No quadro 31 pode-se ver a estimativa de receita de recebimento de matéria orgânica. Considerou o recebimento de 50 toneladas por dia, sendo 22 dias trabalhados por mês. Ou seja, nos 12 meses do ano, teremos 264 dias trabalhados, recebendo 50 toneladas por dia, totalizando 13.200 toneladas por ano de matéria orgânica.

RECEITAS 01	
Preço Recebimento do Composto (R\$/T)	R\$40,00
Quantidade Recebimento Diário (T)	50
TOTAL GERAL RECEBIMENTO Diário	R\$2.000,00
Quantidade Recebimento Mensal (T)	1.100
TOTAL GERAL RECEBIMENTO Mensal	R\$44.000,00
Quantidade Recebimento Anual (T)	13.200
TOTAL GERAL RECEBIMENTO Anual	R\$528.000,00

Quadro 31 – Projeção de Receita de Recebimento de Matéria Orgânica
 Fonte: Autoria Própria.

Conforme apresentado no item 2.3.3 do presente estudo, o índice de redução de volume após o processo de compostagem é de 40 a 50% do volume inicial. Para a projeção de receita de venda do composto, estipulou-se um índice de redução através da média simples entre os dois valores, definido em 45%.

No quadro 32 pode-se ver o cálculo de produção de composto orgânico:

PROJEÇÃO DE PRODUÇÃO DE COMPOSTO	
Coeficiente de Redução - Processo	45%
Quantidade Produzida Diariamente de Composto (T)	27,5
Quantidade Produzida Mensalmente de Composto (T)	605
Quantidade Produzida Anualmente de Composto (T)	7260

Quadro 32 – Projeção Produção de Composto
 Fonte: Autoria Própria.

Das 7.260 toneladas produzidas, estimou-se que pelo menos 30 toneladas serão vendidas por mês a granel. Ou seja, isso representa 360 toneladas por ano. O custo de venda por tonelada foi definido em R\$ 200,00. O quadro 33 apresenta a projeção de receitas desse tipo de venda.

RECEITA 02	
Valor da Tonelada a granel	R\$ 200,00
Vendas por Tonelada Mensalmente (T)	30
Receita de Venda a Granel Mensais (R\$/TON)	R\$ 6.000,00
Vendas por Tonelada Anualmente (T)	360
Receita de Venda a Granel Anuais (R\$/TON)	R\$ 72.000,00

Quadro 33 – Projeção de Receita com Vendas a Granel
 Fonte: Autoria Própria.

Como 360 toneladas foram vendidas a granel, restaram 6.900 toneladas disponíveis para empacotamento. Como o pacote comporta 15 kg de composto, serão produzidos 460.000 pacotes de composto por ano. O custo de venda de cada pacote ficou estipulado em R\$ 3,00. O quadro 34 apresenta a projeção de receitas com esse tipo de venda.

RECEITA 03	
Peso do Pacote de Composto	15 Kg
Valor de Venda do Pacote	R\$3,00
Tonelada disponíveis para empacotamento (Diário)	26,14
Receita de Venda Empacotados Diário	R\$ 5.227,00
Tonelada disponíveis para empacotamento (Mensal)	575
Receita de Venda Empacotados Mensais	R\$ 115.000,00
Tonelada disponíveis para empacotamento (Anual)	6900
Receita de Venda Empacotados Anuais	R\$ 1.380.000,00

Quadro 34 – Projeção de Receita de Venda de Composto Empacotado
 Fonte: Autoria Própria.

A partir das receitas apresentadas, montou-se o resumo total de receitas, que está demonstrado no quadro 35. O total estimado de receitas do empreendimento é da ordem de R\$ 1.980.000,00 anuais.

RESUMO GERAL DE RECEITAS TOTAIS ANUAIS		
TIPO DE RECEITA	MENSAL	ANUAL
Receita de Recebimento	R\$ 44.000,00	R\$ 528.000,00
Receita de Vendas a Granel	R\$ 6.000,00	R\$ 72.000,00
Receita de Vendas de Pacotes de Composto	R\$ 115.000,00	R\$ 1.380.000,00
TOTAL DE RECEITAS	R\$ 165.000,00	R\$ 1.980.000,00

Quadro 35 – Projeção de Receita Total do Empreendimento
Fonte: Autoria Própria.

4.8 CAPTAÇÃO DE RECURSOS

Para o investimento necessário para estrutura e equipamentos, estimou-se a captação de recursos a partir de instituições financeiras. A instituição que possui as melhores taxas para este tipo de empreendimento é o BNDES, que conta com uma linha de crédito específica para área ambiental.

Para a estrutura, o BNDES permite financiar em até 120 meses a uma taxa de juros de 1% a.m., porém é necessária uma contrapartida do empreendedor na ordem de 10%.

Para os equipamentos, o BNDES conta com uma linha de financiamento de até 60 meses, a uma taxa de juros de aproximadamente 1,25% a.m. Já para essa linha, a contrapartida do empreendedor deve ser de pelo menos 30% do valor financiado.

O quadro 36 demonstra o cálculo do valor das parcelas de financiamento, apontando as taxas de juros, valores de contrapartida e quantidade de meses a ser financiado cada uma das partes do empreendimento.

CAPTAÇÃO DE RECURSOS			
FINANCIAMENTO ESTRUTURA		FINANCIAMENTO EQUIPAMENTOS	
Contrapartida 10%		R\$ 177.575,00	
Quantidade de Recurso Necessário	R\$ 1.598.175,00	Quantidade de Recurso Necessário	R\$ 649.600,00
Meses de Financiamento	120	Meses de Financiamento	60
Taxa de Juros - Instituição (a.a.)	5%	Taxa de Juros - Instituição (a.a.)	8%
TJLP ANUAL - Fonte: BNDES - Ref: Out a Dez/2015 - (a.a.)	7%	TJLP ANUAL - Fonte: BNDES - Ref: Out a Dez/2015 - (a.a.)	7%
TOTAL - TAXA DE JUROS MENSAL	1,00%	TOTAL - TAXA DE JUROS	1,25%
CARÊNCIA DE 1 ANO		CARÊNCIA DE 3 MESES	
Fonte do Recurso: BNDES - Recursos específicos para área ambiental		Fonte do Recurso: BNDES - Recursos específicos para área ambiental	
VALOR DA PARCELA	R\$ 22.929,17	VALOR DA PARCELA	R\$ 15.453,94
TOTAL ANUAL - PGTO DE FINANCIAMENTO	R\$ 275.150,02	TOTAL ANUAL - PGTO DE FINANCIAMENTO	R\$ 185.447,26

Quadro 36 – Cálculo do Valor das Parcelas de Financiamento
Fonte: Autoria Própria e BNDES (2015)

Conforme apresentado no quadro 36, se faz necessária uma contrapartida para compra da estrutura e dos equipamentos da ordem de R\$ 455.975,00. Como esse capital deverá ser aportado para viabilização, considerou-se a remuneração do capital investido pelo empreendedor como uma despesa fixa ao longo do tempo de funcionamento do empreendimento. Essa remuneração deve ser considerada, visto que se o empreendedor não aportasse o recurso nesse projeto, poderia aplicar o dinheiro em outro investimento com uma rentabilidade média considerada de 0,87%. Esse cálculo está demonstrado no quadro 37.

REMUNERAÇÃO DE CAPITAL INVESTIDO - CONTRAPARTIDA	
Quantidade de Recurso Necessário	R\$ 455.975,00
Meses	120
TOTAL - TAXA DE JUROS	0,87%
Taxa Média de Remuneração de Investimentos	
VALOR DA REMUNERAÇÃO MENSAL	R\$ 6.137,39
TOTAL ANUAL	R\$ 73.648,67

Quadro 37 – Cálculo do Custo de Remuneração de Capital Investido
Fonte: Autoria Própria.

Por último, considerou-se a captação de um capital de giro, da ordem de R\$150.000,00, para desenvolvimento das atividades do empreendimento durante os primeiros 24 meses. O cálculo do custo desta captação é demonstrado no quadro 38.

CAPITAL DE GIRO	
Quantidade de Recurso Necessário	R\$ 150.000,00
Meses de Financiamento	24
Taxa de Juros - Instituição (a.a.)	13%
TJLP ANUAL - Fonte: BNDES - Ref: Out a Dez/2015 - (a.a.)	7%
TOTAL - TAXA DE JUROS - Médio	1,67%
VALOR DA PARCELA	R\$ 7.634,37
TOTAL ANUAL - PGTO DE CAPITAL DE GIRO	R\$ 91.612,44

Quadro 38 – Cálculo do Valor da Parcela de Capital de Giro
Fonte: Autoria Própria e BNDES (2015)

4.9 ESTUDO DE VIABILIDADE

4.9.1 Análise Econômica

Primeiramente, diferente do fluxo de caixa, a análise econômica apresenta os investimentos (no quadro - “invest” – estrutura e equipamentos somados) todos no ano 0, ano em que eles serão efetivamente executados. Nesta forma de análise, não será considerado o pagamento de parcelas de financiamento ou remuneração de capital dos investidores.

Nesta análise considera-se também uma projeção de crescimento de produção/aumento de eficiência, que para o presente estudo ficou definida em 0,75%a.a para receitas, e conseqüentemente, 0,75%a.a. para custos variáveis, pois estes estão diretamente relacionados com o volume de produção, conforme Quadro 39, ambas iniciando no ano 01.

Projeção de Crescimento Anual RECEITAS	0,75% a.a.
Projeção de Crescimento Anual CUSTOS VARIÁVEIS	0,75% a.a.

Quadro 39 – Projeção de Crescimento Anual
Fonte: Autoria Própria

Os impostos considerados para as duas atividades de faturamento (recebimento de resíduos e venda de composto orgânico) foram considerados conforme consulta a Prefeitura Municipal de Ponta Grossa e a tabela INPI. Essas alíquotas foram aplicadas sobre o resultado quando positivo de faturamento. Como neste trabalho a modalidade de tributação escolhida foi de LUCRO PRESUMIDO, aplica-se a alíquota sobre o total de faturamento de cada uma das atividades. Dentro da alíquota, estão inclusos todos os impostos aplicáveis, incluindo IMPOSTO DE RENDA PESSOA JURÍDICA (IRPJ). O Quadro 40 demonstra os impostos e a alíquota final aplicada sobre o faturamento de cada atividade.

Descrição do Tipo de Faturamento	Descrição dos Impostos	Alíquota Sobre Faturamento	Descrição do Tipo do Imposto
Recebimento de Matéria Orgânica	PIS = 0,65% + COFINS = 3% + ISS = 3% + IRPJ = 4,8% + CSSL = 2,88%	14,33%	Prestação de Serviço – Cidade de Ponta Grossa - PR
Venda de Composto	PIS = 0,65% + COFINS = 3% + ICMS = 18% + IPI = ISENTO + IRPJ = 1,2% + CSSL = 1,08%	23,93%	Tabela INPI 3824 - NCN 3825.61.000 – Refere-se à composição de Resíduos Orgânicos – Isenção de IPI

Quadro 40 – Descrição de Alíquotas de Impostos
Fonte: Autoria Própria

Nestas análises, trabalhou-se sempre com valor presente, ou seja, não se considerou a inflação projetada para o período de análise. Faz-se isso para analisar o crescimento real dos custos e das receitas ao longo do tempo.

Antes de se apresentar as análises, vale-se frisar das seguintes ressalvas consideradas no presente estudo:

- Análise econômica fora realizada em valor presente, desconsiderando a inflação dos períodos futuros;
- Considerou-se 100% de produção (recebimento e vendas) logo no início do ano 01.
- Considerou-se o regime de tributação de Lucro Presumido, ou seja, os tributos (impostos) serão calculados sobre o faturamento e não com base na diferença entre receitas e despesas.
- Os valores de depreciação dos equipamentos são novamente acrescidos para cálculo do FLUXO DE CAIXA LIVRE, visto que este valor não é efetivamente um valor despendido no período (saída de recurso).

Os Quadros 41 e 42 apresentam a demonstração das análises de viabilidade.

	ANO 00	ANO 01	ANO 02	ANO 03	ANO 04
	2015	2016	2017	2018	2019
FINANCIAMENTO	R\$ 2.853.750,00	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Invest	(2.703.750)				
Cap de Giro	(150.000)				
Equip					
RECEITAS	R\$ -	R\$ 1.980.000,00	R\$ 1.994.850,00	R\$ 2.009.811,38	R\$ 2.024.884,96
RECEITAS COM RECEPÇÃO DE MATÉRIA PRIMA		528.000	531.960	535.950	539.969
RECEITAS COM VENDA DE COMPOSTO		1.452.000	1.462.890	1.473.862	1.484.916
CUSTOS	R\$ -	-R\$ 1.064.892,47	-R\$ 1.067.959,36	-R\$ 1.071.049,26	-R\$ 1.074.162,33
CUSTOS VARIÁVEIS		(408.919)	(411.986)	(415.076)	(418.189)
CUSTOS FIXOS - SEM DEPRECIÇÃO		(418.706)	(418.706)	(418.706)	(418.706)
DEPRECIÇÃO		(237.268)	(237.268)	(237.268)	(237.268)
FLUXO DE CAIXA					
(=) Receita Bruta	-	1.980.000	1.994.850	2.009.811	2.024.885
(-) Custos Variáveis	-	(408.919)	(411.986)	(415.076)	(418.189)
(-) Impostos Recebimento	-	(75.662)	(76.230)	(76.802)	(77.378)
(-) Impostos Venda de Composto	-	(347.464)	(350.070)	(352.695)	(355.340)
(=) Margem de Contribuição Total	-	1.147.955	1.582.864	1.594.735	1.606.696
(-) Custos Fixos	-	(418.706)	(418.706)	(418.706)	(418.706)
(=) EBITDA	-	729.249	1.164.158	1.176.030	1.187.990
(-) Depreciação*	-	(237.268)	(237.268)	(237.268)	(237.268)
(=) FC Bruto	-	491.982	926.891	938.762	950.723
(-) Investimentos Brutos	(2.853.750)	-	-	-	-
(+) Depreciação*	-	237.268	237.268	237.268	237.268
(=) FLUXO DE CAIXA LIVRE	(2.853.750)	729.249	1.164.158	1.176.030	1.187.990

Quadro 41 – Análise de Viabilidade – Ano 00 a 04
Fonte: Autoria Própria

	ANO 05	ANO 06	ANO 07	ANO 08	ANO 09	ANO 10
	2020	2021	2022	2023	2024	2025
FINANCIAMENTO	R\$ -	-R\$ 742.400,00	R\$ -	R\$ -	R\$ -	R\$ -
Invest						
Cap de Giro						
Equip		(742.400)				
RECEITAS	R\$ 2.040.071,60	R\$ 2.055.372,13	R\$ 2.070.787,43	R\$ 2.086.318,33	R\$ 2.101.965,72	R\$ 2.117.730,46
RECEITAS COM RECEPÇÃO DE MATÉRIA PRIMA	544.019	548.099	552.210	556.352	560.524	564.728
RECEITAS COM VENDA DE COMPOSTO	1.496.053	1.507.273	1.518.577	1.529.967	1.541.442	1.553.002
CUSTOS	-R\$ 1.077.298,74	-R\$ 1.080.458,69	-R\$ 1.083.642,33	-R\$ 1.086.849,84	-R\$ 1.090.081,42	-R\$ 1.093.337,23
CUSTOS VARIÁVEIS	(421.326)	(424.485)	(427.669)	(430.877)	(434.108)	(437.364)
CUSTOS FIXOS - SEM DEPRECIÇÃO	(418.706)	(418.706)	(418.706)	(418.706)	(418.706)	(418.706)
DEPRECIÇÃO	(237.268)	(237.268)	(237.268)	(237.268)	(237.268)	(237.268)
FLUXO DE CAIXA						
(=) Receita Bruta	2.040.072	2.055.372	2.070.787	2.086.318	2.101.966	2.117.730
(-) Custos Variáveis	(421.326)	(424.485)	(427.669)	(430.877)	(434.108)	(437.364)
(-) Impostos Recebimento	(77.958)	(78.543)	(79.132)	(79.725)	(80.323)	(80.926)
(-) Impostos Venda de Composto	(358.005)	(360.690)	(363.396)	(366.121)	(368.867)	(371.633)
(=) Margem de Contribuição Total	1.618.746	1.630.887	1.643.118	1.655.442	1.667.858	1.680.366
(-) Custos Fixos	(418.706)	(418.706)	(418.706)	(418.706)	(418.706)	(418.706)
(=) EBITDA	1.200.040	1.212.181	1.224.413	1.236.736	1.249.152	1.261.661
(-) Depreciação*	(237.268)	(237.268)	(237.268)	(237.268)	(237.268)	(237.268)
(=) FC Bruto	962.773	974.913	987.145	999.468	1.011.884	1.024.393
(-) Investimentos Brutos	-	(742.400)	-	-	-	-
(+) Depreciação*	237.268	237.268	237.268	237.268	237.268	237.268
(=) FLUXO DE CAIXA LIVRE	1.200.040	469.781	1.224.413	1.236.736	1.249.152	1.261.661

Quadro 42 – Análise de Viabilidade – Ano 05 a 10
Fonte: Autoria Própria

A partir dessas demonstrações. Montou-se um quadro resumo (quadro 43) para facilitar a identificação dos índices.

	ANO 01	ANO 02	ANO 03	ANO 04	ANO 05	ANO 06	ANO 07	ANO 08	ANO 09	ANO 10	
1. Fluxo de Caixa Econômico	Ano 0	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
(=) Receitas	-	1.980.000	1.994.850	2.009.811	2.024.885	2.040.072	2.055.372	2.070.787	2.086.318	2.101.966	2.117.730
(-) Custos Variáveis	-	(408.919)	(411.986)	(415.076)	(418.189)	(421.326)	(424.485)	(427.669)	(430.877)	(434.108)	(437.364)
(=) Margem de Contribuição	-	1.147.955	1.582.864	1.594.735	1.606.696	1.618.746	1.630.887	1.643.118	1.655.442	1.667.858	1.680.366
(-) Custos Fixos	-	(418.706)	(418.706)	(418.706)	(418.706)	(418.706)	(418.706)	(418.706)	(418.706)	(418.706)	(418.706)
(=) FC Bruto	-	491.982	926.891	938.762	950.723	962.773	974.913	987.145	999.468	1.011.884	1.024.393
Fluxo de Caixa Livre	(2.853.750)	729.249	1.164.158	1.176.030	1.187.990	1.200.040	469.781	1.224.413	1.236.736	1.249.152	1.261.661
Fluxo de Caixa Acumulado	(2.853.750)	(2.124.501)	(960.343)	215.687	1.403.677	2.603.717	3.073.498	4.297.911	5.534.647	6.783.799	8.045.459

Quadro 43 – Quadro Resumo da Análise Financeira
Fonte: Autoria Própria

Com o quadro resumo, aplicou-se as fórmulas de Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e Payback Descontado.

O VPL ou Valor Presente Líquido é a fórmula matemático-financeira capaz de determinar o valor presente de pagamentos futuros descontados a uma taxa mínima de atratividade do investimento (neste caso definida em 10,4%a.a. (Quadro 44) pela empresa Zero Resíduos S/A para avaliação de investimentos), menos o custo do investimento inicial. Quando o VPL é positivo, o investimento é viável e quando é negativo inviável.

Taxa Mínima de Atratividade	10,4% a.a.
------------------------------------	------------

Quadro 44 – Taxa de Juros para Cálculo de VPL
Fonte: Zero Resíduos S/A

A TIR ou Taxa Interna de Retorno é uma taxa de desconto hipotética que, quando aplicada a um fluxo de caixa, faz com que os valores das despesas sejam iguais aos valores dos retornos dos investimentos. De forma resumida, quando a TIR é maior do que a taxa mínima de atratividade (TMA) (neste caso 10,4%a.a.) significa que vale a pena investir no projeto.

Já o Payback Descontado é o tempo decorrido entre o investimento inicial e o momento no qual o lucro líquido acumulado se iguala ao valor desse investimento, considerando o custo do dinheiro no tempo.

Os Quadro 45 e 46 apresentam os resultados dessas três análises.

Indicadores de Retorno	
VPL - Valor Presente Líquido	R\$ 3.228.468
TIR - Taxa Interna de Retorno	33,9% a.a.

Quadro 45 – Indicadores de Retorno do Investimento
Fonte: Autoria Própria

Taxa de Desconto 10,4% a.a.			
Ano	Fluxo de Caixa Livre (FCL)	VP do FCL	VP do FCL acumulado
0	- 2.853.750,00	- 2.853.750,00	- 2.853.750,00
1	729.249,03	660.551,66	- 2.193.198,34
2	1.164.158,14	955.154,95	- 1.238.043,38
3	1.176.029,62	873.999,21	- 364.044,18
4	1.187.990,13	799.717,39	435.673,22
5	1.200.040,35	731.729,36	1.167.402,58
6	469.780,95	259.466,30	1.426.868,88
7	1.224.412,60	612.553,85	2.039.422,73
8	1.236.735,99	560.433,92	2.599.856,65
9	1.249.151,80	512.735,70	3.112.592,35
10	1.261.660,73	469.085,33	3.581.677,68

O Payback ocorre em 3,46 anos

Quadro 46 – Cálculo do Payback Descontado
Fonte: Autoria Própria

Calculou-se por último a lucratividade anual do empreendimento. Para esse cálculo, considera-se o a diferença entre receitas totais e despesas totais, dividindo-se pelas receitas totais. O índice apresenta o percentual de receitas que restaram após pagamento de todas as despesas, ou seja, o lucro. Essa análise anual está demonstrada no quadro 47.

Lucratividade	ANO 00	ANO 01	ANO 02	ANO 03	ANO 04	ANO 05	ANO 06	ANO 07	ANO 08	ANO 09	ANO 10
	0%	46%	46%	47%	47%	47%	11%	48%	48%	48%	48%

Quadro 47 – Lucratividade Anual do Empreendimento

Fonte: Autoria Própria

Em seguida, confeccionou-se o gráfico para interpretação da análise financeira do empreendimento.

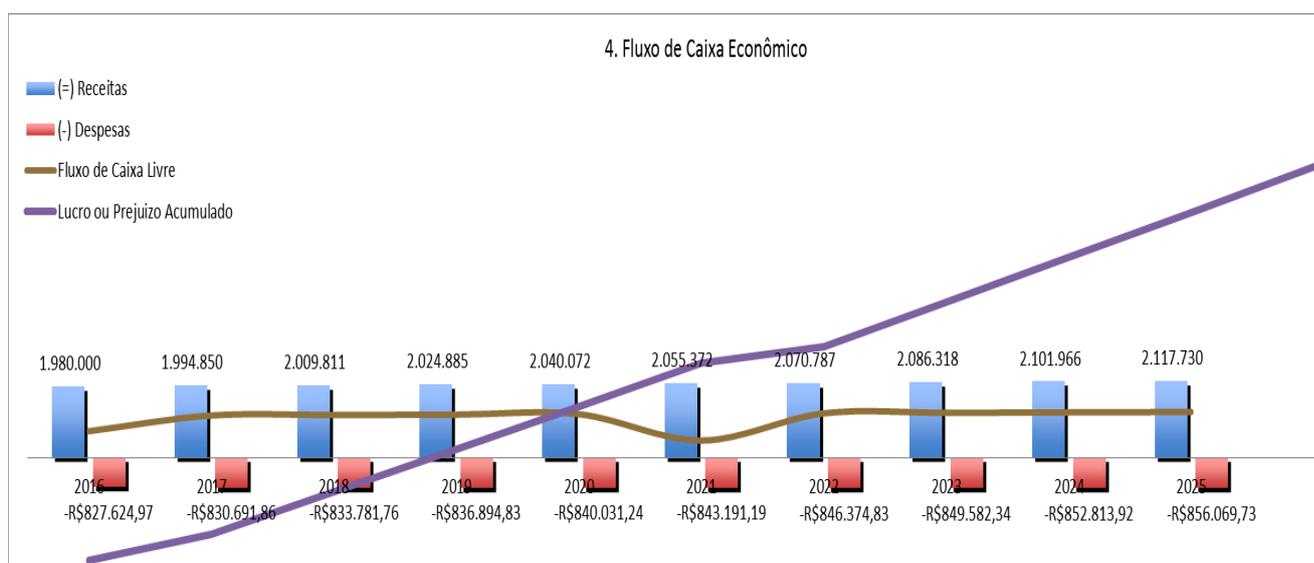


Gráfico 1 – Fluxo de Caixa Econômico

Fonte: Autoria Própria

O gráfico 01 apresenta o fluxo de caixa, representando em azul as receitas, com suas respectivas projeções de crescimento, em vermelho as despesas, em marrom a linha que demonstra o lucro ou prejuízo do período e em roxo a linha que demonstra o lucro ou prejuízo acumulado ao longo do tempo. O ponto onde a linha roxa cruza com a linha marrom demonstra o exato momento onde o *payback* do empreendimento acontece.

No ano de 2021, o lucro tem uma queda devido ao fato de ter sido considerado um novo investimento em equipamentos. Isso pode se alterar de acordo com a vontade do empreendedor no momento, em se fazer ou não novos investimentos.

4.9.2 Fluxo de Caixa Econômico-Financeiro

O Fluxo de Caixa (quadros 48 e 49) apresenta qual será o real fluxo dos recursos dentro do empreendimento ao longo do tempo. Considerando as receitas, considerando os valores de parcela de financiamento, remuneração e capital de giro ao longo do tempo e os custos fixos e variáveis de operação. O fluxo de caixa foi calculado com base em 10 anos + 01 de implantação.

Dividiu-se a primeira parte do fluxo de caixa em receitas (recebimento e venda de composto), a segunda parte demonstrou-se os valores a serem pagos com impostos. Na terceira parte demonstrou-se os custos (fixos e variáveis) e os custos financeiros (valor pago somente com juros de financiamento ou remuneração de capital) e a quarta parte com os valores de amortização de pagamento de dívidas (financiamento e capital de giro). Na quinta parte apresentou-se o fluxo de caixa líquido gerado no período.

Nas duas próximas páginas será apresentado o fluxo de caixa.

FLUXO DE CAIXA						
	ANO 00	ANO 01	ANO 02	ANO 03	ANO 04	ANO 05
Receitas (*Sinal Positivo)	R\$ -	R\$ 1.980.000,00				
Recebimento (material)	-	528.000	528.000	528.000	528.000	528.000
Venda (composto)	-	1.452.000	1.452.000	1.452.000	1.452.000	1.452.000
IMPOSTOS						
Impostos Recebimento de Materia Prima		(75.662)	(75.662)	(75.662)	(75.662)	(75.662)
Impostos Venda de Compostos		(347.464)	(347.464)	(347.464)	(347.464)	(347.464)
VALOR TOTAL IMPOSTOS	R\$ -	R\$ (423.126,00)				
Custos						
Custo Fixo	R\$ -	R\$ (655.973,24)				
Custo de Mão de Obra - PESSOAL	-	(383.906)	(383.906)	(383.906)	(383.906)	(383.906)
Depreciação de estrutura e equipamentos	-	(237.268)	(237.268)	(237.268)	(237.268)	(237.268)
Outros Custos Fixos	-	(34.800)	(34.800)	(34.800)	(34.800)	(34.800)
Custo Variável	R\$ -	R\$ (405.875,16)				
Custo Manutenção, Peças e Acessórios	-	(40.500)	(40.500)	(40.500)	(40.500)	(40.500)
Custo Embalagens	-	(69.000)	(69.000)	(69.000)	(69.000)	(69.000)
Custo Consumo Diesel	-	(43.470)	(43.470)	(43.470)	(43.470)	(43.470)
Custo Consumo Pneumático	-	(29.880)	(29.880)	(29.880)	(29.880)	(29.880)
Outros Custos Variáveis	-	(223.025)	(223.025)	(223.025)	(223.025)	(223.025)
Custo Financeiro	R\$ (47.321,75)	R\$ (368.595,77)	R\$ (326.228,95)	R\$ (285.456,84)	R\$ (249.258,80)	R\$ (210.669,55)
Custos de Juros de Capital	(47.322)	(368.596)	(326.229)	(285.457)	(249.259)	(210.670)
VALOR TOTAL CUSTOS	R\$ (47.321,75)	R\$ (1.430.444,17)	R\$ (1.388.077,35)	R\$ (1.347.305,25)	R\$ (1.311.107,21)	R\$ (1.272.517,95)
Amortização Financ. Estrutura	-	(88.111)	(99.285)	(111.877)	(126.066)	(142.054)
Amortização Financ. Equipamentos	(45.402)	(101.616)	(117.951)	(136.912)	(158.921)	(88.798)
Amortização Capital de Giro	-	(67.571)	(82.429)	-	-	-
VALOR TOTAL INVESTIMENTOS	R\$ (45.401,88)	R\$ (257.297,81)	R\$ (299.664,63)	R\$ (248.789,11)	R\$ (284.987,15)	R\$ (230.852,78)
Fluxo de Caixa LIVRE	R\$ (92.723,63)	R\$ (130.867,98)	R\$ (130.867,98)	R\$ (39.220,36)	R\$ (39.220,36)	R\$ 53.503,27
(+) Depreciação	-	237.268	237.268	237.268	237.268	237.268
Fluxo de Caixa LIVRE Econômico-Financeiro	R\$ (92.723,63)	R\$ 106.399,52	R\$ 106.399,52	R\$ 198.047,14	R\$ 198.047,14	R\$ 290.770,77

Quadro 48 – Fluxo de Caixa – Ano 00 a 05
Fonte: Autoria Própria

FLUXO DE CAIXA							
	ANO 06	ANO 07	ANO 08	ANO 09	ANO 10	TOTAL 10 ANOS	
Receitas (*Sinal Positivo)	R\$ 1.980.000,00	R\$ 19.800.000,00					
Recebimento (material)	528.000	528.000	528.000	528.000	528.000	5.280.000,00	
Venda (composto)	1.452.000	1.452.000	1.452.000	1.452.000	1.452.000	14.520.000,00	
IMPOSTOS							
Impostos Recebimento de Materia Prima	(75.662)	(75.662)	(75.662)	(75.662)	(75.662)	(756.624,00)	
Impostos Venda de Compostos	(347.464)	(347.464)	(347.464)	(347.464)	(347.464)	(3.474.636,00)	
VALOR TOTAL IMPOSTOS	R\$ (423.126,00)	R\$ (4.231.260,00)					
Custos							
Custo Fixo	R\$ (655.973,24)	R\$ (6.559.732,42)					
Custo de Mão de Obra - PESSOAL	(383.906)	(383.906)	(383.906)	(383.906)	(383.906)	(3.839.057)	
Depreciação de estrutura e equipamentos	(237.268)	(237.268)	(237.268)	(237.268)	(237.268)	(2.372.675)	
Outros Custos Fixos	(34.800)	(34.800)	(34.800)	(34.800)	(34.800)	(348.000)	
Custo Variável	R\$ (405.875,16)	R\$ (4.058.751,60)					
Custo Manutenção, Peças e Acessórios	(40.500)	(40.500)	(40.500)	(40.500)	(40.500)	(405.000)	
Custo Embalagens	(69.000)	(69.000)	(69.000)	(69.000)	(69.000)	(690.000)	
Custo Consumo Diesel	(43.470)	(43.470)	(43.470)	(43.470)	(43.470)	(434.700)	
Custo Consumo Pneumático	(29.880)	(29.880)	(29.880)	(29.880)	(29.880)	(298.800)	
Outros Custos Variáveis	(223.025)	(223.025)	(223.025)	(223.025)	(223.025)	(2.230.252)	
Custo Financeiro	R\$ (188.728,36)	R\$ (168.427,44)	R\$ (145.551,85)	R\$ (119.775,06)	R\$ (90.729,13)	R\$ (2.200.743,50)	
Custos de Juros de Capital	(188.728)	(168.427)	(145.552)	(119.775)	(90.729)	(2.200.743)	
VALOR TOTAL CUSTOS	R\$ (1.250.576,76)	R\$ (1.230.275,84)	R\$ (1.207.400,25)	R\$ (1.181.623,46)	R\$ (1.152.577,53)	R\$ (12.819.227,52)	
Amortização Financ. Estrutura	(160.070)	(180.371)	(203.247)	(229.024)	(258.070)	(1.598.175)	
Amortização Financ. Equipamentos	-	-	-	-	-	(649.600)	
Amortização Capital de Giro	-	-	-	-	-	(150.000)	
VALOR TOTAL INVESTIMENTOS	R\$ (160.070,33)	R\$ (180.371,26)	R\$ (203.246,85)	R\$ (229.023,64)	R\$ (258.069,57)	R\$ (2.397.775,00)	
Fluxo de Caixa LIVRE	R\$ 146.226,90	R\$ 351.737,48					
(+) Depreciação	237.268	237.268	237.268	237.268	237.268	2.372.675	
Fluxo de Caixa LIVRE Econômico-Financeiro	R\$ 383.494,40	R\$ 2.724.412,48					

Quadro 49 – Fluxo de Caixa – Ano 06 a 10
Fonte: Autoria Própria

Analisando os quadros 48 e 49, percebe-se que no ano 0 existe um caixa líquido negativo, resultado do pagamento de 6 parcelas do financiamento dos equipamentos. Esse financiamento possui apenas 6 meses de carência e o financiamento de estrutura 1 ano de carência, o que pode ser visto no ano 01 (pagamento de R\$ 275.150,00 anuais).

Percebe-se também que o empreendimento terá um aumento considerável do caixa líquido gerado a partir do ano 06, onde encerra-se o financiamento dos equipamentos e o capital de giro já está quitado. Neste momento, o empreendedor poderá optar em permanecer com os equipamentos depreciados ou comprar equipamentos novos. Caso opte-se pela compra dos equipamentos novos, uma nova análise deve ser feita, no momento da compra, para análise das taxas de juros e posterior depreciação dos novos equipamentos e conseqüentemente atualizar o fluxo de caixa.

De forma simplificada, esse fluxo de caixa representa para o empreendedor de que forma o dinheiro irá circular dentro do empreendimento ao longo do tempo, demonstrando a quantidade de recursos despendida com cada um dos pagamentos.

4.10 CONCLUSÕES SOBRE A ANÁLISE FINANCEIRA

Como conclusão do estudo de viabilidade, retirou-se os seguintes resultados:

- **VPL: R\$ 3.228.468,00**
- **TIR: 33,9% a.a.**
- **Taxa Mínima de Atratividade: 10,4%**
- **Payback descontado: 3,46 anos**

Com esses resultados, conclui-se que o investimento é viável e atrativo para a empresa Zero Resíduos. O VPL positivo representa que o empreendimento irá parar de pé (irá se pagar). A TIR maior que a TMA representa que o empreendimento é atrativo para a empresa, pois ela não investe em negócios com menos de 10,4% de taxa de retorno. E o *payback* de 3,46 anos está relativamente rápido pelo volume de investimento necessário (na ordem de R\$ 2.850.000,00).

Somado a esses resultados, existem ainda outros fatores que podem ser ponderados na tomada de decisão por parte do investidor. Uma interpretação de fluxo de caixa, análise do cenário econômico, projeção de futuro e sensibilidade do próprio investidor são critérios que muitas vezes pesam na hora da decisão final.

5 CONCLUSÕES

O processo de compostagem, como apresentou-se inicialmente, é antigo, altamente difundido e amplamente utilizado (muitas vezes sem atenção aos fatores de controle). Com o desenvolvimento de tecnologias e estudos de aperfeiçoamento surgem inúmeras possibilidades de se utilizar o processo de compostagem em um processo produtivo eficiente.

O presente estudo buscou analisar, tanto tecnicamente como do ponto de vista econômico-financeiro a implantação de um empreendimento de compostagem de matéria orgânica coletada seletivamente na cidade de Ponta Grossa, a partir da análise do processo básico de compostagem, porém fazendo a utilização de um método de aperfeiçoamento, que é a aeração forçada. Considerou-se no estudo diversas premissas, que podem não ser facilmente atingidas na prática, como por exemplo o recebimento de matéria prima certificadamente livre de contaminantes ou a venda de 100% da produção do composto produzido, mas já se mostrou que o empreendimento, se implantando e bem conduzido, pode sim ser atrativo do ponto de vista econômico e cumprir os requisitos legais e ambientais.

Outro ponto importante são as ressalvas apresentadas para as análises realizadas. Caso o presente estudo seja adaptado para outra realidade, todos os pontos devem ser reconsiderados e as premissas reavaliadas.

De maneira conclusiva, pode-se dizer que o objetivo central deste trabalho foi atingido. Identificou-se existe um de geração de matéria orgânica, pode-se estimar todos os custos relativos ao processo, projetar receitas, verificar qual a produtividade e prever uma demanda de venda de composto pronto. Concluiu-se ao final que existe viabilidade técnica para implantação da planta de compostagem e existe também viabilidade econômica e financeira para a implantação (considerando as premissas da empresa).

Sugere-se, como próximos estudos, a comparação entre outros métodos de compostagem, seus novos custos operacionais e custos de implantação, para demonstrar qual método é mais eficiente do ponto de vista de lucratividade para o investidor.

6 REFERÊNCIAS

ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil - 2013**. São Paulo: Abrelpe, 2013 – 114p.

ALVES, W. L. **Compostagem e vermicompostagem no tratamento de lixo urbano**. Jaboticabal: FUNEP, 1996. 53p.

AMORIM, A. C. **Caracterização dos dejetos de caprinos: reciclagem energética e de nutrientes**. 2002. 108f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-10004**. Resíduos sólidos – classificação. Rio de Janeiro: ABNT, 1996.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-10007**. Amostragem de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-7.181/1984**. Solo: Análise Granulométrica. ABNT, 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-8419**. Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos - Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1996.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMERCIO EXTERIOR - BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO. Disponível em <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Ferramentas_e_Normas/Custos_Financeiros/Taxa_de_Juros_de_Longo_Prazo_TJLP/> Acesso em 10 de novembro de 2015.

BERNSTEIN, Peter L; DAMODARAN, **Aswath**. **Administração de investimentos**. Porto Alegre: Bookman, 2000. 423p

BRASIL, 2004. Decreto nº 4.954, de 14 de janeiro de 2004, que Altera o Anexo ao Decreto nº 4.954, de 14 de janeiro de 2004, que aprova o Regulamento da Lei nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980, 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: 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d4954.htm>. Acesso em: 15 de maio de 2015.

BRASIL, 2010. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasil: 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 18 de maio de 2015.

CALDERONI, Sabetai. **Os bilhões perdidos no lixo**. 4 ed. São Paulo: Humanitas, 2003. 246p.

CEMA – CONSELHO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE DO ESTADO DO PARANÁ, 2013. Resolução CEMA n. 090, de 03 de dezembro de 2013. Estabelece Condições, Critérios E Dá Outras Providências, Para Empreendimentos De Compostagem De Resíduos Sólidos De Origem Urbana E De Grandes Geradores E Para O Uso Do Composto Gerado. 16 p. Curitiba, 2013.

CEMPRE – COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM. **Ficha técnica:** Composto Urbano. 2009. Disponível em: <http://cempre.org.br/fichastecnicas.php?lnk=ft_composto_urbano.php>. Acesso em: 20 de maio de 2015.

CETESB, Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. Disponível em <http://cetesb.sp.gov.br>. Acesso em: 25 de maio de 2015.

COMCAP – COMPANHIA DE MELHORAMENTOS DA CAPITAL. **Caracterização Física dos Resíduos Sólidos Urbanos de Florianópolis**. Florianópolis: COMCAP. Dezembro de 2002 (Relatório Final) 119p.

COMLURB. **Caracterização gravimétrica e microbiológica dos resíduos sólidos do município do Rio de Janeiro**. Centro de Informações Técnicas - CITE da COMLURB, Rio de Janeiro, RJ.

CONSONI, A. J.; PERES, C. S.; CASTRO, A. P. De. Origem e Composição do Lixo In D'ALMENDA, M. L. O.; VILHENA, A. (Coord.). **Lixo Municipal: Manual de gerenciamento integrado**. 2. Ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE), 2000. P. 29-40

CONSONI, A.J; SILVA, I.C. da; GIMENEZ FILHO, A. Disposição Final do Lixo In: RODRIGUES, C. S. **Gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos: desafios, possibilidades e limitações para implantação no município de Ibituba, SC.** 2009. 155f. Dissertação (Bacharelado) – Engenharia Ambiental, Universidade do Extremo Sul Catarinense. Criciúma, 2009

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISAS AGROPECUÁRIAS – EMBRAPA. Compostagem de Resíduos para Produção de Adubo Orgânico na Pequena Propriedade. Aracaju, 2009: Disponível em <<http://www.cpatc.embrapa.br>>. Acesso em: 06 de novembro de 2015.

EPAGRI – EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA S.A. **O que é, o que é meio ambiente?** Florianópolis: Espargi/Ciram, 2006. 40p.

FERREIRA, J. A., 2000, “Resíduos Sólidos: Perspectivas Atuais”. In: Sisino, C. L. S., Oliveira, R. M. (org.), Resíduos Sólidos, Ambiente e Saúde: uma Visão Multidisciplinar, 1ª ed., capítulo 1, Rio de Janeiro, Editora Fiocruz

FUNDAÇÃO FRANCE LIBERTÉS - FRANCE INCINERATION: Disponível em: <http://www.france-incineration.org/>>. Acesso em: 14 de maio de 2015

GIACOMIN, J. H. **Estudo de viabilidade econômico-financeira de uma microcervejaria no estado de Santa Catarina.** 2008. 89f. Dissertação (Bacharelado) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2008.

GILLIS, A. M. Shrinkingthetrashheap. *Bioscience*. vol. 42 nº2, 90-93, 1992.

GORGATI, C. Q. Resíduos Sólidos Urbanos em Área de Proteção aos Mananciais – Município de São Lourenço da Serra – SP: Compostagem e Impacto Ambiental. 2001. 74f. Tese. (Doutorado em Energia na Agricultura) Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

GORGATI, C.Q, & LUCAS JR., J. Fração orgânica de lixo urbano como substrato para biodigestor e como matéria –prima para compostagem e vermicompostagem. São Paulo, 1996. p.79, (Dissertação Mestrado) - Universidade Estadual Paulista/UNESP.

GORGATI, C.Q. **Resíduos sólidos urbanos em área de proteção aos mananciais – município de São Lourenço da Serra – SP:** Compostagem e Impacto Ambiental.

2001. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agronômicas - UNESP. Botucatu – SP. 2001

GOUVEIA, G.G. **Diretrizes para uso de composto orgânico na agricultura:** proposta para municípios com até 100.000 habitantes. 2012. Monografia (Mestrado) – Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo – Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP. Santa Bárbara D'Oeste.2012

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades @:** Ponta Grossa, PR. 2013. Disponível em:<<http://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?codmun=411990>> Acesso em: 10 de Junho de 2015.

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas, CEMPRE – Compromisso Empresarial para reciclagem. *Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado*. Niza Silva Jardim (Coord.) São Paulo, p. 278, 1995

KIEHL, E.J. *Fertilizantes orgânicos*. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1985. 492p.

LAKATOS, E.M.; MARCONI, M.A. de. Metodologia do trabalho científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório publicações e trabalhos científicos. 2001..

MARTINHO. M.G.M; GONÇALVES, M.G.P. **Gestão de resíduos**. Lisboa: Universidade Aberta, 2000. 281 p.

MONTEIRO, J. H. P. et al. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2001. 204 p.

MONTEIRO, T. C. N. (Coord.). **Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Municipais e Impacto Municipal:** Guia para Preparação, Avaliação e Gestão de Projetos de Resíduos Sólidos Residenciais. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2001. 417 p.

NAIME, R. **Gestão de resíduos sólidos:** uma abordagem prática. Novo Hamburgo, RS: FEEVALE, 2005. 134 p.

NEGRÃO, M.; ALMEIDA, A.A.de A. **Incineração de resíduos:** Contextos e riscos associados. 2010. Disponível em:

<<http://www.incineradornao.net/2010/07/incineracao-de-residuos-contexto-e-riscos-associados/>> Acesso em: 03 de junho de 2015.

NETO, H. C. A., et al. Caracterização de resíduos sólidos orgânicos produzidos no restaurante universitário de uma instituição pública (estudo de caso). XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. PR, 2007

OLIVEIRA, E.C.A. de; SARTORI, R.H; GARCEZ, T.B. **Compostagem**. 2008. 19f. Programa de Pós-graduação em Solos e Nutrição de Plantas - Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2008

OMEL. Disponível em <<http://www.omel.com.br/nossos-produtos/soprador-trilobular/>> Acesso em 15 de novembro de 2015.

OMS – ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Disponível em: <<http://www.who.int/en/>>. Acesso em 14 de abril de 2015.

PEIXOTO, E. T. G. Compostagem: opção para o manejo orgânico do solo. Londrina: IAPAR, 1988. 48p. (Circular, 57). In: OLIVEIRA, E.C.A. de; SARTORI, R.H; GARCEZ, T.B. **Compostagem**. 2008. 19f. Programa de Pós-graduação em Solos e Nutrição de Plantas - Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2008

PEREIRA NETO, J. T. Manual de compostagem processo de baixo custo. 1. ed. Belo Horizonte: UNICEF, 1996. 56p. In: OLIVEIRA, E.C.A. de; SARTORI, R.H; GARCEZ, T.B. **Compostagem**. 2008. 19f. Programa de Pós-graduação em Solos e Nutrição de Plantas - Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2008

PEREIRA NETO, J. T.; STENTIFORD, E. I. Aspectos epidemiológicos da compostagem. **Revista de Biologia**, v.1, n. 1, p. 1-6, 1992. Encarte.

PGA - PONTA GROSSA AMBIENTAL S/A. Disponível em: <<http://www.pgambiental.com.br/>>. Acesso em: 03 de abril de 2015.

PMPG – PREFEITURA MUNICIPAL DE PONTA GROSSA. A Cidade. Disponível em: <<http://www.pontagrossa.pr.gov.br/acidade/>>. Acesso em 10 de Junho de 2015.

PONTA GROSSA (PARANÁ) - Decreto nº 9.240 de 24 de setembro de 2014. Institui o Programa de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, no Município de Ponta Grossa, para efeitos da Lei Federal n. 12.305/2010 e dá outras providências.

RODRIGUES, C. S. **Gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos: desafios, possibilidades e limitações para implantação no município de Ibituba, SC.** 2009. 155f. Dissertação (Bacharelado) – Engenharia Ambiental, Universidade do Extremo Sul Catarinense. Criciúma, 2009.

SDA – Secretaria de Desenvolvimento Agrário. SDA 23 de 21 de março de 2002 Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=612413058>>. Acesso em: 01 de junho de 2015.

SDA – Secretaria de Desenvolvimento Agrário. SDA 27 de 05 de junho de 2006. Disponível em: <<http://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=76854>> Acesso em: 01 de junho de 2015.

SENADO FEDERAL, 2000. Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento- Agenda 21. 3ª ed., Brasília.

SILVA, F. C. B. **Estudo gravimétrico dos resíduos sólidos urbanos no município de Ponta Grossa.** Ponta Grossa: 2011. 33 p.

SINAPI – Caixa Econômica Federal. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx> Acesso em 17 de novembro de 2015.

SOARES, E. L. de S. F. **Estudo de Caracterização Gravimétrico e Poder Calorífico dos Resíduos Sólidos Urbanos.** Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2011.

UNESCO. Disponível em: <<http://en.unesco.org/>>. Acesso em 08 de junho de 2015

USHINA, A.H; SANTOS, M.M. dos. Tratamento térmico. In: RODRIGUES, C. S. **Gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos: desafios, possibilidades e limitações para implantação no município de Ibituba, SC.** 2009. 155f. Dissertação (Bacharelado) – Engenharia Ambiental, Universidade do Extremo Sul Catarinense. Criciúma, 2009.

VIEIRA, C.R. A. **Terra de Riqueza: Meio ambiente e sustentabilidade: anuário socioeconômico dos Campos Gerais.** Ponta Grossa: 156p. 2013

ZANTA, V. M.; FERREIRA, C. F. A. Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos Urbanos. In: RODRIGUES, C. S. **Gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos: desafios, possibilidades e limitações para implantação no município de Imbituba, SC.** 2009. 155f. Dissertação (Bacharelado) – Engenharia Ambiental, Universidade do Extremo Sul Catarinense. Criciúma, 2009.

ZERO RESÍDUOS LTDA. Disponível em: <<http://www.zeror.com.br/>>. Acesso em: 01 de maio de 2015.

APÊNDICE A - Roteiro da Entrevista – Geradores de Resíduos Orgânicos

Roteiro de Entrevista

1- Identificação Pessoal:

Nome: _____

Cargo: _____

Tempo na empresa: _____

Contato: _____

2 – Identificação da Empresa

Nome da Empresa: _____

Razão Social: _____

Endereço: _____

Contato: _____

Atividade Fim: _____

3 – A empresa já é atendida pela Zero Resíduos? _____

4 – Identificação de Resíduos Gerados:

4.1 - A empresa possui geração de resíduos orgânicos? _____

Se sim, qual a quantidade mensal estimada?

Quantidade mensal: _____

4.2 – Como a empresa destina atualmente os resíduos orgânicos? Caso eles sejam destinados de forma particionada, qual a quantidade e frequência de coleta de cada um deles:

Forma de Destinação 01: _____

Quantidade mensal: _____

Frequência de Coleta: _____

Forma de Destinação 02: _____

Quantidade mensal: _____

Frequência de Coleta: _____

Forma de Destinação 03: _____

Quantidade mensal: _____

Frequência de Coleta: _____

APÊNDICE B - Roteiro da Entrevista – Compradores de Composto Orgânico

Roteiro de Entrevista

1- Identificação Pessoal:

Nome: _____

Telefone: _____

Endereço: _____

2 – Identificação da Propriedade Rural:

Nome da Fazenda: _____

Endereço: _____

Área Plantada: _____

Culturas: _____

Trabalha com Pecuária: _____

Se sim, número estimado de cabeças: _____

3 – Costuma comprar composto orgânico para fertilização? _____

4 – Se sim, qual a estimativa de compra mensal? _____

5 – Qual o valor pago por Kg ou Tonelada? _____ KG / _____ T

6 – Estaria disposto a conhecer o composto produzido na nova usina de compostagem?
