



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CIÊNCIAS BIOLÓGICAS COM ÊNFASE EM AMBIENTAIS
CENTRO DE BIOCÊNCIAS**

PATRÍCIA BARBOSA DOS REIS

**DIAGNÓSTICO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA COMPOSTAGEM DOS
RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS GERADOS NO MUNICÍPIO DE PASSIRA-PE**

RECIFE

2021

PATRÍCIA BARBOSA DOS REIS

**DIAGNÓSTICO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA COMPOSTAGEM DOS
RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS GERADOS NO MUNICÍPIO DE PASSIRA-PE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Bacharelado em
Ciências Biológicas com ênfase em Ciências
Ambientais, da Universidade Federal de
Pernambuco, como parte dos requisitos para a
obtenção do título de Bacharel em Ciências
Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Rômulo Simões Cezar
Menezes

Co-orientadora: Msc. Maria Helena de Sousa

RECIFE

2021

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Reis, Patrícia Barbosa dos .

Diagnóstico da viabilidade econômica da compostagem dos resíduos sólidos orgânicos gerados no município de Passira-PE / Patrícia Barbosa dos Reis - 2021. 53f.: il.;30 cm.

Orientador(a): Rômulo Simões Cezar Menezes

Coorientador(a): Maria Helena de Sousa

TCC (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, CB, Ciências Biológicas /Ciências Ambientais - Bacharelado, 2021.

Inclui referências, apêndices.

1. Gestão de resíduos. 2. Pátio de compostagem. 3. Resíduos sólidos urbanos. 4. Análise econômica. I. Menezes, Rômulo Simões Cezar II. Sousa, Maria Helena de III. Título.

500 CDD (22.ed.)

PATRÍCIA BARBOSA DOS REIS

**DIAGNÓSTICO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DA COMPOSTAGEM DOS
RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS GERADOS NO MUNICÍPIO DE PASSIRA-PE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Bacharelado em
Ciências Biológicas com ênfase em Ciências
Ambientais, da Universidade Federal de
Pernambuco, como parte dos requisitos para a
obtenção do título de Bacharel em Ciências
Biológicas.

Data da Aprovação: 30/11/2021

Nota: 10 (dez)

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. RÔMULO SIMÕES CEZAR MENEZES (Orientador)
Departamento de Energia Nuclear - UFPE

Profa. Dra. THAIS EMANUELLE MONTEIRO DOS SANTOS SOUZA (1º Titular)
Departamento de Biofísica e Radiologia – UFPE

Dra. MONÁLIZA MIRELLA DE MORAIS ANDRADE CORDEIRO (2º Titular)
SEMAS- PE

Dr. DÁRIO COSTA PRIMO (suplente)
Departamento de Energia Nuclear- UFPE

RECIFE
2021

*Dedico este trabalho aos meus pais, Silvio e Adeilda,
com todo amor e gratidão.*

AGRADECIMENTOS

Sou grata a Deus e ao meu salvador Jesus Cristo, que com todo seu amor e misericórdia me concederam a oportunidade de estudar nesta Universidade e me auxiliaram em todos os anos de estudos e agora, depois de muito esforço e dedicação tenho a oportunidade de concluí-lo.

Agradeço aos meus pais Silvio Reis e Adeilda Silva e aos meus irmãos Helton Reis e Pamela Reis por sempre me apoiarem e por em momento nenhum soltarem minha mão, vocês foram e são fundamentais na minha jornada.

Ao meu Orientador prof. Rômulo Menezes, que desde a minha iniciação científica se mostrou muito parceiro e uma grande incentivador, a minha Co-orientadora Maria Helena, por aceitar esse desafio junto comigo e por está sempre disposta a me ajudar, agradeço por toda paciência que vocês tiveram durante esse tempo.

As minhas amigas e companheiras de curso Jackeline, Stephannie e Natally, por sempre me ajudarem e fazerem esses anos de universidade se tornarem mais leves. Nunca esquecerei dos momentos de alegria e luta que tivemos juntas.

Aos meus amigos e companheiros de trabalho Arthur, Mércia e Paulo, por fazerem os meus dias mais leves e por me auxiliarem quando precisei.

Aos meus amigos Gorethe e Cristóvão, que me ajudaram bastante no desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores do Centro de Biociências, em especial a Prof^a Thais Emanuelle, que através de suas aulas pude encontrar minha área de estudo, na qual estou me formando. Serei eternamente grata pelo conhecimento que adquiri.

A todos que compõem a BERSO (Biorrefinaria Experimental de Resíduos Sólidos orgânicos) a qual fui privilegiada em fazer parte e agradeço a parceria de vocês, pois foi de suma importância a minha vida acadêmica.

A Diretoria de Gestão Ambiental (DGA), onde adquiri muito conhecimento e fiz amigos pra vida.

Aos integrantes da Prefeitura Municipal de Passira, em especial o diretor de meio ambiente Ricardo Sérgio, por me fornecer os dados necessários.

Ao CTR Caruaru pela atenção e fornecimento de informações.

A todos vocês minha eterna gratidão.

*O sucesso nasce do querer,
da determinação e persistência
em se chegar a um objetivo.
Mesmo não atingindo o alvo,
quem busca e vence obstáculos,
no mínimo fará coisas admiráveis.*

José de Alencar

RESUMO

O aumento desordenado da geração de resíduos sólidos urbanos traz à tona, a busca por alternativas que mitiguem os danos que a má gestão desses resíduos causa ao meio ambiente. A compostagem consiste numa técnica, de fácil manejo e baixo custo de investimento, para tratar os resíduos sólidos orgânicos. E a sua implantação tem sido uma solução eficaz para reciclar essa fração de resíduos, entretanto, sua viabilidade econômica destaca-se por ser um receio acerca dessa técnica. Deste modo, é de suma importância que estudos sobre esse tema sejam realizados. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar economicamente, através de um fluxo de caixa, a implantação de um pátio de compostagem, que receberá todos os resíduos orgânicos gerados no município de Passira-PE. O composto orgânico produzido será doado à população, sendo composta principalmente por agricultores. O fluxo de caixa foi desenvolvido a partir do levantamento dos investimentos e custos para implantação desse sistema. Após a mensuração desses valores, foram feitos os cálculos para uma estimativa de vida útil de 10 anos. O retorno financeiro do investimento foi obtido a partir da economia gerada com a reciclagem desses resíduos no município, ao invés de serem encaminhados ao aterro sanitário. Foi obtida uma Taxa Interna de Retorno (TIR) de 40%, sendo superior a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 12%, confirmando a viabilidade econômica. O Valor Presente Líquido (VPL), foi de R\$ 225.718,42 e o Valor Uniforme Anual (VA) foi de R\$ 39.948,59, considerados atrativos, com período de retorno de 3 anos. Além da doação também foi explorada a venda do composto, a partir da receita bruta, sendo realizado outro fluxo de caixa, que obteve valores ainda mais satisfatórios. Portanto, foi concluído que independente da doação ou venda do composto, a implantação do pátio de compostagem é viável do ponto de vista econômico e principalmente ambiental.

Palavras-chave: Gestão de resíduos; Pátio de compostagem; Resíduos sólidos urbanos; Análise econômica.

ABSTRACT

The disorderly increase in the generation of urban solid waste brings to light the search for alternatives that mitigate the damage that the mismanagement of this waste causes to the environment. Composting is a technique, easy to handle and low investment cost, to treat organic solid waste. And its implementation has been an effective solution to recycle this fraction of waste, however, its economic viability stands out for being a fear of this technique. Thus, it is extremely important that studies on this topic are carried out. Therefore, the objective of this work was to evaluate economically, through a cash flow, the implantation of a composting yard, which will receive all the organic residues generated in the city of Passira-PE. The organic compost produced will be donated to the population, being composed mainly of farmers. Cash flow was developed based on a survey of investments and costs for implementing this system. After measuring these amounts, calculations were made for an estimated useful life of 10 years. The financial return on the investment was obtained from the savings generated by recycling these wastes in the municipality, instead of being sent to the landfill. An Internal Rate of Return (IRR) of 40% was obtained, being higher than the Minimum Attractiveness Rate (TMA) of 12%, confirming the economic viability. The Net Present Value (NPV), in the amount of R\$ 225.718,42 and the Annual Uniform Value (VA) was R\$ 39.948,59, considered attractive, with a payback period of 3 years. In addition to the donation, the sale of the compost was also explored, based on gross revenue, another cash flow being made, which obtained even more satisfactory values. Therefore, it was concluded that regardless of the donation or sale of the compost, the implementation of the composting yard is viable from an economic and mainly environmental point of view.

Keywords: Waste management; Composting yard; Municipal solid waste; Economic analysis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Curva padrão da variação da temperatura durante o processo de compostagem	24
Figura 2 –	Umidade no processo de compostagem	25
Figura 3 –	Município de Passira	33
Figura 4 –	Lixão do município de Passira	34
Figura 5 –	Localização do pátio e do lixão	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Composição dos RSU do município de Passira	35
Tabela 2 -	Custo com descarte no lixão	39
Tabela 3 -	Custo com o descarte no aterro sanitário (CTR Caruaru)	39
Tabela 4 -	Dados de entrada para dimensionamento do pátio de compostagem	40
Tabela 5-	Dimensionamento do pátio de compostagem	40
Tabela 6-	Investimento para construção do pátio de compostagem	40
Tabela 7-	Investimento nos equipamentos operacionais	41
Tabela 8-	Custos variáveis de operação	41
Tabela 9-	Custos fixos de operação (Funcionários)	41
Tabela 10-	Custos fixos de operação (EPIs)	41
Tabela 11-	Custos com licenciamento ambiental (FEPAM)	42
Tabela 12-	Economia gerada através da reciclagem dos RSO	42
Tabela 13-	Receita gerada pela venda do composto	42
Tabela 14-	Despesas com depreciação	43
Tabela 15-	Fluxo financeiro com a doação do composto	44
Tabela 16-	Comparativo entre os cenários avaliados neste trabalho	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos
C/N	Carbono/Nitrogênio
CTC	Capacidade Troca Catiônica
CTR	Central de Triagem de Resíduos
EPIs	Equipamentos de Proteção Individuais
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
FAPESC	Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação de Santa Catarina
FEPAM	Fundação Estadual de Proteção Ambiental
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IPi	Imposto sobre o Produto Industrializado
ITMPE	Índice de Transparência dos Municípios Pernambucanos
LI	Licença de Instalação
LO	Licença de Operação
LP	Licença Prévia
MMA	Ministério do Meio Ambiente
pH	Potencial Hidrogeniônico
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SNVS	Sistema Nacional de Vigilância Sanitária
RSO	Resíduos Sólidos Orgânicos
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
TCE-PE	Tribunal de Contas do Estado de Pernambuco
TIR	Taxa Interna de Retorno
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
VA	Valor Anual
VPL	Valor Presente Líquido

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	JUSTIFICATIVA	17
2	OBJETIVOS	18
2.1	OBJETIVO GERAL	18
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3	REVISÃO DE LITERATURA	19
3.1	RESÍDUOS SÓLIDOS	19
3.2	RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	21
3.3	DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS	21
3.3.1	Lixões	21
3.3.2	Aterros controlados	21
3.3.3	Aterro sanitário	22
3.4	POLÍTICA NACIONAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS	22
3.5	COMPOSTAGEM	22
3.6	FATORES QUE INFLUENCIAM O PROCESSO DE COMPOSTAGEM	23
3.6.1	Temperatura	23
3.6.2	Aeração	24
3.6.3	Umidade	24
3.6.4	Tamanho das partículas	25
3.6.5	pH	26
3.7	CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES	26
3.7.1	Relação C/N	26
3.8	UTILIZAÇÃO DO COMPOSTO ORGÂNICO	26
3.9	AVALIAÇÃO ECONÔMICA DO PROJETO	27
3.9.1	Conceitos básicos de análise de investimentos	27
3.9.1.1	Gastos	27
3.9.1.2	Custos	28
3.9.1.3	Despesas	28
3.9.1.4	Investimentos	28

3.9.1.5	Receitas	28
3.9.1.6	Depreciação	28
3.9.1.7	Fluxo de caixa	29
3.9.1.8	Taxa Mínima de Atratividade (TMA)	29
3.10	VIABILIDADE ECONÔMICA	30
3.10.1	Valor Presente Líquido (VPL)	30
3.10.2	Método do Valor Uniforme Anual (VA)	31
3.10.3	Método da Taxa Interna de Retorno (TIR)	31
3.10.4	Tempo de Retorno do Investimento (<i>Payback</i>)	32
4	METODOLOGIA	33
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	33
4.2	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	35
4.3	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	36
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
5.1	LEVANTAMENTO DOS GASTOS COM O DESCARTE NO LIXÃO E NO ATERRO SANITÁRIO	39
5.2	DETERMINAÇÃO DOS GASTOS PARA A IMPLANTAÇÃO DE UM PÁTIO DE COMPOSTAGEM	39
5.3	ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA	43
5.3.1	Depreciação	43
5.3.2	Avaliação econômica da implantação do Pátio de Compostagem....	43
6	CONCLUSÃO	46
7	REFERÊNCIAS	47
	APÊNDICE A – FLUXO FINANCEIRO COM A DOAÇÃO DO COMPOSTO	52
	APÊNDICE B- FLUXO FINANCEIRO COM A VENDA DO COMPOSTO	53

1 INTRODUÇÃO

Somando mais de 7,7 bilhões de habitantes, a população mundial cresce em ritmo acelerado. Para suprir as necessidades dessa população que cresce de forma desordenada, é necessário produzir alimentos e itens de consumo em larga escala, e como consequência temos a geração de toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU). Segundo Abramovay *et al.* (2013), a geração dos resíduos sólidos no Brasil é muito maior se comparada com as estimativas de aplicação dos métodos de tratamentos.

A lei 12.305, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) foi sancionada em 02 de agosto de 2010, e estabelece princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes para a gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, as responsabilidades dos geradores, do poder público e dos consumidores, bem como os instrumentos econômicos aplicáveis (Brasil, 2010).

De acordo com o Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil de 2020, foram gerados mais de 79 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos, e deste total mais de 24% são gerados no Nordeste do Brasil, sendo considerado o segundo maior gerador de resíduos do país, ficando atrás apenas da região Sudeste com 54,5% (ABRELPE, 2020). Diante dessa quantidade, estima-se que cerca de 45% são de resíduos sólidos orgânicos (RSO).

O descarte incorreto desses resíduos orgânicos, em terrenos baldios ou lixões, poluem o ar, o solo, a água, e mesmo possuindo um período de decomposição curto podem atrair uma série de animais indesejados vetores de doença. No processo de decomposição há grande produção de gás metano, um dos principais gases intensificadores do efeito estufa, e ainda a produção do chorume, que polui tanto o solo quanto os lençóis freáticos.

De acordo com os dados levantados pela ABRELPE (2020), a quantidade de resíduos destinados a lixões clandestinos é mais alta na região Nordeste, possuindo o índice mais elevado se comparado com as outras regiões, sendo até 2019, 5 milhões de toneladas jogadas no meio ambiente sem qualquer tipo de segregação.

Mesmo havendo um crescimento do número de aterros sanitários, esta quantidade ainda não é suficiente para atender toda demanda dos resíduos gerados diariamente. A destinação final nesses aterros já contabiliza 59,5% (ABRELPE, 2020), uma porcentagem significativa, mas longe do ideal, que seria a destinação correta para 100% dos resíduos, sem contar nos custos altíssimos para implantação e manutenção, pois é necessária uma boa estrutura para se alcançar seu principal objetivo que é a preservação do meio ambiente.

Levando em consideração que os resíduos sólidos orgânicos possuem uma grande proporção em relação ao que é gerado e também aos seus malefícios se forem descartados incorretamente é necessário buscar formas de mitigar os danos, de preferência simples e principalmente com baixo custo, o que é caso da compostagem. A compostagem é um processo que envolve a decomposição da matéria orgânica, através de microrganismos como fungos, bactérias e actinomicetos e ocorre perda de calor sob um sistema em condições aeróbias. A técnica da compostagem é realizada através de amontoados dos RSO, constituindo diferentes camadas de materiais (PEREIRA NETO, 2010).

Durante esse processo os microrganismos presentes no meio degradam a matéria orgânica, produzindo o composto orgânico (WANG *et al.*, 2014). Esse material obtido através do processo de compostagem possui características específicas: coloração escura, de 50% a 70% de matéria orgânica; rica em húmus. Muitos são os benefícios do adubo orgânico, porém deve-se enfatizar não somente os nutrientes para as plantas, mas principalmente as suas propriedades modificadoras físicas, químicas e biológicas do solo (LIMA *et al.* 2004).

Para que seja possível a implantação da compostagem, é necessária a realização da coleta seletiva. Se houvesse a separação correta dos resíduos, de maneira sustentável, a reciclagem poderia ser o destino de boa parte do resíduo gerado (PEREIRA NETO, 2010). A região Norte apresenta a maior taxa de iniciativa de coleta seletiva em seus municípios, com 90,9%, já o Nordeste possui 54,5%, o que é relativamente pouco. E se comparado com o ano de 2010, o ano de 2019 teve um aumento de 16,5% na implantação da coleta seletiva (ABRELPE, 2020). Por isso a participação ativa da população é decisiva, pois as chances de reaproveitamento dos resíduos caem bastante se não houver previamente a segregação adequada (DEMAJOROVIC, 1995).

De acordo com o Tribunal de Contas do Estado de Pernambuco (TCE-PE), o município de Passira, localizado no agreste de Pernambuco, faz parte da porcentagem de municípios que descartam seus resíduos em lixões, sem qualquer tratamento. Estima-se que este município gere cerca de 944,49 toneladas mensalmente (PREFEITURA DE PASSIRA, 2020). E é por este motivo que esse estudo é de grande relevância, pois trará formas de mitigar os danos causados ao ambiente, avaliando uma solução simples como a compostagem.

Deste modo o intuito principal deste trabalho, é o estudo da viabilidade econômica de um pátio de compostagem, que será responsável por receber todos os resíduos sólidos orgânicos gerados no município. Através da utilização deste pátio, espera-se minimizar os danos causados ao meio ambiente e ainda produzir composto orgânico, que pode ser utilizado como adubo em plantações, hortas e jardins.

1.1 JUSTIFICATIVA

De acordo com Zaneti (2003), a problemática dos resíduos sólidos urbanos forma uma das maiores preocupações e fontes de despesas das administrações, não só dos municípios, mas do país como um todo. A implantação de algumas atividades tem resolvido esse problema até certo ponto, visto que a geração de resíduos, principalmente os orgânicos, vem aumentando com o passar dos anos, e o descarte incorreto causa grandes danos ao meio ambiente.

Umas das formas mais simples para tratamento desses resíduos é a compostagem, pois é um processo que não necessita de tantos cuidados e não agride o ambiente. A partir da compostagem podemos obter composto orgânico que é indicado para várias aplicações e usos em diversas atividades como horticultura, fruticultura, produção de mudas, parques e jardins, reflorestamento, recuperação de solos e áreas degradadas, controle de erosão dentre outros (PEREIRA NETO, 2010).

A justificativa de se construir unidades de triagem e compostagem residem nas vantagens diretas de saneamento com redução de volumes a aterrar, tornando-se uma opção essencial aos gestores públicos, pois a compostagem é tida como uma alternativa segura e de longo prazo (BLEY JR., 2001).

O levantamento dos custos relacionados com o descarte no lixão visa não somente mostrar os valores em dinheiro, mas destacar a inadequação em relação à PNRS, visto que o dinheiro público está sendo gasto de uma forma incorreta, e os impactos ambientais causados pelo lixão no futuro prejudicarão a todos. A implementação de soluções como descartar os resíduos no aterro e reciclar os resíduos cabíveis de reciclagem, apresentam-se como alternativas mais adequadas, pois diminuem os gastos e principalmente, os danos à natureza.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Determinar a viabilidade econômica de um pátio de compostagem que receberá os resíduos sólidos orgânicos gerados no município de Passira- PE, através de um fluxo de caixa, reduzindo a disposição final no aterro sanitário.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estimar os custos da disposição no lixão (cenário atual);
- Estimar os custos da disposição no aterro sanitário (cenário próximo);
- Estimar os custos da implantação de um pátio de compostagem (cenário proposto);
- Avaliar qual dos cenários é o mais vantajoso para a gestão municipal de Passira-PE.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 RESÍDUOS SÓLIDOS

Segundo a definição da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305 de 2010), artigo 3º, inciso XVI.

“Resíduos sólidos são: materiais, substâncias, objetos 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 técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível” (Brasil, 2010).

Já a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004), NBR 10.004/2004. Define os resíduos sólidos como sendo:

"Resíduos nos estados sólidos e semi-sólidos, são aqueles 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 seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de águas, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.” (ABNT, 2004).

De acordo com Bidone e Povinelli (1999), a palavra resíduo é original do latim e significa o que sobra de determinada matéria, e sólido é incluído para diferenciá-lo dos líquidos e gases. Os resíduos sólidos podem se originar de várias atividades diferentes como: atividades industriais, domésticas, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e varrição. E várias dessas atividades se encaixam no âmbito urbano. De acordo com a ABNT NBR 10.004, eles podem ser classificados em (ABNT, 2004):

- a) Resíduos classe I: Perigosos: São aqueles que apresentam periculosidade, ou seja, podem causar riscos à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou danos ao meio ambiente. Exemplos: solventes, lodo de ETE, lâmpadas, óleo lubrificante usado e cinzas provenientes de incineração;
- b) Resíduos classe II: Não perigosos;

-Resíduos classe II A- não inertes: São resíduos que podem ter propriedades como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água. Exemplos: Restos de alimento, sucata de metais ferrosos e resíduos de papéis e papelão.

-Resíduos classe II B- inertes: São resíduos que mesmo submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, não tiveram nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água. Exemplos: resíduos de madeira, rochas, tijolos, vidros e determinados plásticos.

Os resíduos sólidos ainda podem ser classificados de acordo com a fonte geradora ou sua degradabilidade (BIDONE e POVINELLI, 1999):

- a) Facilmente degradáveis: matéria orgânica;
- b) Moderadamente degradáveis: material celulósico
- c) Dificilmente degradáveis: borracha
- d) Não degradáveis: vidro

A PNRS também estabelece uma classificação de acordo com a origem dos resíduos sólidos (Brasil, 2010):

- a) Resíduos domiciliares: os originários de atividades domésticas em residências urbanas;
- b) Resíduos de limpeza urbana: originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana;
- c) Resíduos industriais: os gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
- d) Resíduos de serviços de saúde: gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS;
- e) Resíduos da construção civil: gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;
- f) Resíduos agrossilvopastoris: gerados nas atividades agropecuárias e silviculturas, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades;
- g) Resíduos de serviços de transportes: originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira;
- h) Resíduos de mineração: gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios;

3.2 RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

A geração dos resíduos sólidos urbanos é o resultado das atividades das grandes cidades. Eles podem ser de origem comercial e doméstica, e são gerados em grande escala diariamente. De acordo com a PNRS (2010), é definido como todo material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas. Entretanto, uma parcela considerável desses resíduos podem ser reciclados e servirem novamente como matéria prima. Mesmo sendo possível realizar a reciclagem e com toda legislação presente, a situação das regiões urbanas é precária, pois cerca de 40,5% ainda descartam incorretamente seus resíduos, o que torna impossível esse processo, de acordo com a ABRELPE (2020).

3.3 DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS

3.3.1 Lixões

Os lixões são áreas clandestinas de descarte, os resíduos ficam totalmente expostos, e os mesmo não recebem um pré-tratamento antes do descarte, o que gera sérios danos ao meio ambiente. Como consequência do acúmulo, ocorre a geração de chorume que contamina os lençóis freáticos, e ainda atrai animais indesejados (SOARES, 2011).

O descarte de resíduos feito em lixões a céu aberto é uma realidade bastante comum entre os municípios brasileiros, onde 60% deles ainda realiza essa forma de destinação. A problemática que envolve esse tema vem sendo bastante discutida, visto que, é uma prática condenada pela legislação brasileira desde 1981 e em 1998 foi caracterizada como crime ambiental.

3.3.2 Aterros controlados

O aterro controlado é considerado o intermediário entre o lixão e o aterro sanitário. Nesse tipo de destinação os resíduos são compactados e sob eles é feita uma cobertura de argila e grama. Entretanto, não existe a impermeabilização e muito menos um sistema que trate o chorume que é gerado, resultando também em danos ao meio ambiente e a saúde da população (SOARES, 2011).

3.3.3 Aterros sanitários

O aterro sanitário é considerado a forma mais adequada de descarte de resíduos sólidos se comparado aos lixões e aterros controlados, visto que possui vários métodos de engenharia e normas operacionais, apresentando controle eficiente e segurança ao meio ambiente e sociedade (ABNT, 1997).

Através desse método é possível aproveitar os gases produzidos pela decomposição orgânica, podendo gerar energia elétrica. Mesmo sendo uma melhor forma de destinação final, os aterros sanitários ainda são uma realidade distante de boa parte dos municípios brasileiros, devido ao seu alto custo e vida útil curta.

3.4 POLÍTICA NACIONAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS (PNRS)

A lei nº 12.305/10 que institui a PNRS, diz em seu Art. 3º, a destinação final ambientalmente adequada: destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (BRASIL, 2010).

3.5 COMPOSTAGEM

A compostagem é um processo controlado de decomposição microbiana, de oxidação e oxigenação que utiliza a biomassa vegetal em seu estado sólido e úmido (KIEHL, 1998). Essa biomassa é definida como uma fonte renovável de energia, visto que é capaz de diminuir os impactos causados no meio ambiente. O processo de compostagem pode ser dividido em 3 fases: mesofílica, termofílica e de maturação (CASTALDI *et al.*, 2005). O processo de compostagem não se limita apenas à adição e mistura de materiais orgânicos em pilhas, mas envolve a escolha dos materiais, seleção do sistema de compostagem, o local onde será realizado, como também, a disponibilidade desses materiais para que o processo se complete (KIEHL, 1998).

A fase inicial mesofílica, é caracterizada por ser a mais curta e apresentar células microbianas em estado de latência, porém com uma intensa atividade metabólica, apresentando uma elevada síntese de DNA e de enzimas (CORRÊA, 2003). Na fase termofílica,

a mais longa do ciclo de 30 a 90 dias, a matéria orgânica será exposta a temperaturas elevadas entre 50°C e 70°C, onde ocorre a bioestabilização através de microrganismos termófilos, ou seja, que suportam altas temperaturas. Durante a ocorrência dessa fase, há a morte de microrganismos patogênicos, insetos, vermes e sementes (CASTALDI *et al.*, 2005).

A fase de maturação, última do ciclo pode durar de 30 a 60 dias, nela vai ocorrer à maturação ou humificação, acompanhada da mineralização de determinados componentes da matéria orgânica, como nitrogênio, fósforo, cálcio e magnésio, que passam da forma orgânica para a inorgânica, ficando disponíveis às plantas (KIEHL, 1985).

A compostagem pode ser considerada a melhor alternativa para destinação de resíduos, pois é um processo simples, de baixo custo e muito eficaz, se realizado corretamente (MMA, 2010).

3.6 FATORES QUE INFLUENCIAM O PROCESSO DE COMPOSTAGEM

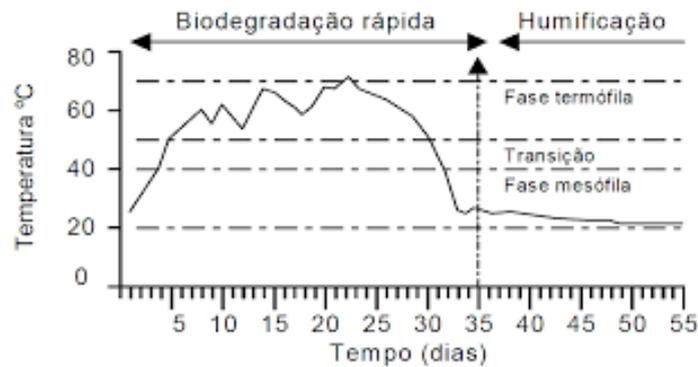
3.6.1 Temperatura

A temperatura é considerada um dos fatores mais importantes, para que o processo de compostagem seja eficiente. As altas temperaturas fazem com o que a degradação ocorra mais rápido, além de ser responsável pela eliminação de patógenos. Os limites de operação da temperatura podem ser classificados como: > 55°C para a maximização da sanitização; 45 – 55°C para a maximização da taxa de biodegradação e entre 35 – 45°C para maximizar a diversidade microbiana (HASSEN *et al.*, 2001).

Na primeira fase, a termofílica, a temperatura ultrapassa 50°C, podendo chegar a 70°C (SUSZEK, 2007). O ideal é 60°C, pois acima disso pode ocorrer à morte dos microrganismos que degradam a matéria orgânica, e abaixo dessa temperatura, os microrganismos patogênicos podem sobreviver.

Na fase mesofílica, com a diminuição das atividades biológicas, ocorre menor geração de calor, diminuindo até 35°C. Nesta etapa ocorre a maturação do composto e a quebra de substâncias mais resistentes, como a lignina e a celulose (Figura 1).

Figura 1: Curva padrão da variação da temperatura durante o processo de compostagem.



Fonte: Fernandes (1999).

3.6.2 Aeração

A aeração tem como objetivo suprir a demanda de oxigênio, que é requerida pela atividade microbológica e também atua no controle da temperatura (PEREIRA NETO, 2010). A técnica de revolvimento é importante para que o calor obtido no processo de oxidação biológica seja liberado na atmosfera na forma de vapor. Além disso, esse processo corrige a umidade e oxigenação do composto.

A massa de compostagem pode ser oxigenada por dois métodos diferenciados: os artificiais denominados mecânicos, no qual se utilizam máquinas como o trator ou simplesmente através do reviramento manual, geralmente com o auxílio de pás, para suprir a necessidade de oxigênio durante a atividade microbológica, como fator de controle da temperatura é preciso controlar a aeração (PEREIRA NETO, 2010).

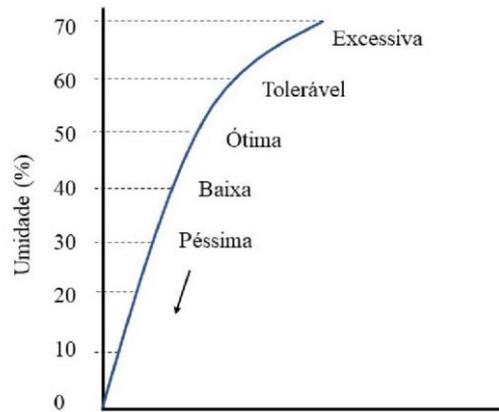
3.6.3 Umidade

A água é um elemento importantíssimo, pois os organismos encontrados na massa de compostagem precisam dela para sua sobrevivência e principalmente para desenvolverem suas funções. E além da água, o meio de cultura também necessita de ar, por isso, é necessário conhecer os limites máximos e mínimos que os diferem (KIEHL, 1985).

O equilíbrio entre a aeração e a quantidade de água, é obtido quando a umidade está na ordem de 55% (LOPEZ-REAL 1990, KIEHL 1998). Umidades acima de 60% levam a anaerobiose e abaixo de 40% diminuem a atividade biológica (REIS *et al.*, 2004). O excesso de umidade é prejudicial, pois a água em excesso ocupa os espaços existentes entre as

partículas orgânicas, dificultando a circulação de ar. (TEIXEIRA *et al.*, 2004; WANGEN E FREITAS, 2010). Os valores da umidade em porcentagem estão apresentados na figura 2.

Figura 2: Umidade no processo de compostagem



Fonte: D'almeida e Vilhena (2000).

3.6.4 Tamanho das partículas

O tamanho da partícula interfere diretamente em vários aspectos: homogeneização da matéria; compactação; porosidade; capacidade de aeração; área superficial; e tempo de compostagem (PEREIRA NETO, 2010). Considerando o ponto de vista microbiológico, quanto menor a partícula, mais rápido ela será decomposta, portanto, recomenda-se a trituração dos mesmos. Entretanto, a trituração não é recomendável para resíduos alimentícios, por serem materiais de alta decomposição e tenderem a desprender muita água durante o processo (INÁCIO e MILLER, 2009).

3.6.5 pH (Potencial Hidrogeniônico)

Na fase inicial da compostagem, o pH é elevado, por conta das altas temperaturas, e é considerado um fator determinante para a auto-regulação do composto durante o processo. No decorrer das primeiras horas o pH diminui chegando a 5,0, em seguida volta a crescer com o decorrer do processo, até se estabilizar entre 7,0 e 8,0. É de suma importância acompanhá-lo, pois valores baixos são sinais de falta de maturação, proveniente da curta duração do processo (OLIVEIRA *et al.*, 2008). A faixa de pH no processo de maturação do composto é ampla, variando de 4,5 a 9,5. Os microrganismos do meio se encarregam de regular os valores máximos e mínimos da compostagem (PEREIRA NETO, 2010).

No composto final geralmente encontra-se o pH na faixa de 6,5 a 9,6 dependendo do material que for compostado, porém, é importante ressaltar que as misturas devem levar ao pH médio entre 5,0 e 7,0 (EMBRAPA, 2009).

3.7 CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES

Russo (2003) denomina a compostagem como um processo biológico, em que os elementos fundamentais carbono e nitrogênio interagem com os micro-organismos presentes no meio para estabilizar a matéria orgânica. Entre os materiais ricos em nitrogênio, destacam-se: esterco de animais, restos vegetais hortícolas, urina, sobra das refeições, dentre outros.

Diferentemente dos materiais ricos em nitrogênio são os materiais acastanhados denominados materiais ricos em carbono constituindo-se de restos de podas, galhos de árvores, papel, aparas de madeira, dentre outros (OLIVEIRA et al., 2008). As proporções de nitrogênio e carbono devem ser balanceadas, pois o aumento ou diminuição de um dos nutrientes pode ser decisivo para a qualidade do composto. Dependendo das proporções do desequilíbrio o processo pode até nem acontecer (PEREIRA NETO, 2010).

3.7.1 Relação C/N

A relação carbono/nitrogênio considerável ótima para o começo da compostagem é de 30/1. Durante o processo, boa parte do carbono é transformado em gás carbônico e é liberado na atmosfera. A relação C/N elevada aumenta o período de compostagem, caso essa relação seja baixa, é necessário acrescentar algum resíduo que possua grande quantidade de carbono (EMBRAPA, 2009).

3.8 UTILIZAÇÃO DO COMPOSTO ORGÂNICO

O composto produzido através da decomposição da matéria orgânica pode ser utilizado de inúmeras maneiras, como adubo orgânico, e sua qualidade irá depender dos resíduos que foram utilizados.

De acordo com Stevenson (1982) e Monteiro (1999), os benefícios e vantagens que mais se destacam com o uso do composto orgânico são:

- 1- Melhoramento na estrutura do solo. A adição do composto no solo, o torna mais poroso;
- 2- Tem a capacidade de incrementar até 70% da capacidade de troca catiônica (CTC) do solo;

- 3- Aumenta a capacidade de absorção e retenção de água no solo;
- 4- Reduz a erosão e equilibra o pH;
- 5- Fornece nutrientes às plantas como nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre, cálcio e magnésio;
- 6- Aumenta a aeração e melhora a drenagem de água do solo;
- 7- Estimula a vida microbiana, aumentando a homeostase do solo, reduzindo o risco de pragas e doenças;

3.9 AVALIAÇÃO ECONÔMICA DO PROJETO

Segundo Kuhnen e Bauer (2001) avaliação de investimento é “um conjunto de que permitem a comparação entre os resultados de tomada de decisões referentes a alternativas diferentes de uma maneira científica”, onde se opta pela alternativa mais econômica.

A análise econômica de um projeto possibilita fazer estimativas dos gastos envolvidos com o investimento inicial, operação e manutenção e também das receitas geradas durante certo período de tempo, para logo em seguida monta-se o fluxo de caixa e determinar as estimativas dos indicadores econômicos do projeto (LINDEMEYER, 2008). Resumindo, a análise de investimentos objetiva avaliar todas as opções de investimentos e destaca qual delas tem o melhor retorno.

A rentabilidade de um projeto é medida de acordo com o uso da Taxa Interna de Retorno (TIR) e o Valor Presente Líquido (VPL). Esses são os melhores instrumentos para determinar a viabilidade econômica. E o fluxo de caixa constitui as entradas e saídas de dinheiro ao longo do tempo (PUCCINI, 2004).

3.9.1 Conceitos básicos de análise de investimentos

3.9.1.1 Gastos

Os gastos podem ser definidos como toda e qualquer atividade que exija a saída de dinheiro da empresa. E o mesmo engloba os custos, despesas e investimentos.

3.9.1.2 Custos

Os custos estão relacionados diretamente com os gastos relativos à produção, tanto de produtos quanto de serviços, o que inclui a matéria prima, mão de obra direta e custos de fabricação. Os custos podem ser classificados como: diretos ou indiretos, fixos ou variáveis.

3.9.1.3 Despesas

As despesas são gastos que estão diretamente ligadas a administração da empresa e o comercial. São áreas essenciais, mas que não geram novos produtos ou serviços, ou seja, são gastos que não estão ligados diretamente ao objetivo final da empresa.

3.9.1.4 Investimentos

Os investimentos são gastos realizados pela empresa, com intuito de gerar mais receita, reconhecimento e melhorar a imagem da mesma.

3.9.1.5 Receitas

A receita de uma empresa é definida como a entrada bruta de benefícios ou capital, proveniente das atividades ordinárias, como a venda de produtos e serviços. Essas entradas resultam no aumento do patrimônio líquido, excluídos aqueles decorrentes de contribuições dos proprietários, acionistas ou cotistas. (COHEN e FRANCO, 2000).

3.9.1.6 Depreciação

A depreciação é um método de forma sistemática e racional para alocação de custos perante períodos de recebimento de benefícios (HENDRIKSEN, VAN BREDA, 1999). Em outras palavras é a perda ou diminuição do valor de um bem em decorrência do seu uso, desgaste natural ou obsolescência.

As depreciações vão sendo registradas a cada ano em contas específicas acumuladoras de saldo e em contrapartida esses valores serão computados como custo ou despesa operacional em cada exercício social (HENDRIKSEN, VAN BREDA, 1999).

3.9.1.7 Fluxo de caixa

O fluxo de caixa de uma empresa é definido pelas entradas e saídas de recursos do caixa. O fluxo de caixa é útil para se organizar e calcular a rentabilidade de qualquer negócio quer seja um empréstimo, uma aplicação financeira ou um investimento num projeto de produção (DANTAS, 1996). A análise do fluxo de caixa é de suma importância, pois é o ponto principal, no que diz respeito ao processo de compreensão e tomada de decisões financeiras.

De acordo com Dantas (1996), trata-se de uma contabilidade líquida com valor econômico. Representando o volume de recursos alocados no investimento ou que poderiam ser retirados do investimento ao longo dos anos (PIRES, 2011). Os fluxos de caixa das alternativas de investimento podem apresentar-se expressos sob diferentes formas, como: fluxo de caixa nominal, constantes, descontados, convencionais e não convencionais.

3.9.1.8 Taxa Mínima de Atratividade (TMA)

A taxa mínima de atratividade refere-se à rentabilidade mínima exigida dos investimentos pelos dirigentes da empresa como parte de sua política de investimentos (GALESNE, 1999). Resumindo, é a partir da TMA, que o investidor analisa se o projeto está gerando lucros financeiros, caso contrário, o mesmo pode ser rejeitado. Essa taxa também é utilizada para descontar os fluxos de caixa quando se usa o método do Valor Presente Líquido (VPL) e o parâmetro de comparação para a TIR (Taxa Interna de Retorno) (KASSAI et al, 2000).

A TMA possui outro enfoque que é o custo de capital investido na proposta em questão, ou ainda, o custo de capital da empresa, mas o risco envolvido em cada alternativa de investimento. Dessa forma haverá disposição de investir se a expectativa de ganhos, já deduzindo o valor do investimento, for superior ao custo e capital (PIRES, 2011).

Ao se analisar uma proposta de investimento deve ser considerado o fato de se estar perdendo a oportunidade de auferir retornos pela aplicação do mesmo capital em outros projetos (CASAROTTO FILHO E KOPITTKKE, 1998). No Brasil, pode-se utilizar como base a rentabilidade da caderneta de poupança ou um valor estipulado pelo investidor. Dessa forma, qualquer investimento que proporcione uma rentabilidade igual ou superior à taxa mínima de atratividade, será viável (PEREIRA, 2009).

3.10 VIABILIDADE ECONÔMICA

De acordo com Lindemeyer (2008), a análise econômica de empreendimento consiste em fazer estimativas de todo o gasto envolvido com o investimento inicial, operação e manutenção e receitas geradas durante um determinado período de tempo, para assim montar-se o fluxo de caixa relativo a esses investimentos, custos e receitas e determinar quais serão os indicadores econômicos conseguidos com esse empreendimento.

O investimento é a força motriz básica da atividade empresarial. É a fonte de crescimento que sustenta as estratégias competitivas explícitas da administração (HELFFERT, 2000). Os métodos usados para tomada de decisão baseados em análise de viabilidade econômica serão a Taxa Interna de Retorno (TIR), Valor Presente Líquido (VPL) e Valor Anual (VA).

3.10.1 Valor Presente Líquido (VPL)

O “VPL é determinado pela subtração do valor do investimento inicial de um projeto, do valor presente dos fluxos de entrada de caixa, descontados a uma taxa igual ao custo do capital da empresa” (GITMAN, 2001, p. 302). Segundo Yeo e Qiu (2002) o VPL é definido como sendo a diferença entre o valor presente da estimativa líquida das entradas de caixa e valor presente das saídas de caixa.

Quanto maior o VPL, maior a atratividade do projeto, porque as entradas são maiores que as saídas de caixa. Considerando que as alternativas de investimento são analisadas com base na mesma TMA, a melhor opção será aquela que apresentar o maior valor presente líquido (LINDEMEYER, 2008). Deste modo, o VPL e o TMA, são inversamente proporcionais, o que significa que quando a atratividade se eleva, o valor presente líquido diminui.

Para calcular o valor presente líquido, pode-se utilizar a equação 1, que consiste em transferir para o instante atual todas as variações de caixa esperadas, descontá-las a uma determinada taxa de juros, e somá-las algebricamente (PIRES, 2011), ou um programa de criação e edição de planilhas.

$$VPL = 1 + \sum_{t=1}^n \frac{FCt}{(1+i)^t} \quad (1)$$

Onde: VPL é o valor presente líquido; “I” é o investimento de capital na data zero, “FC_t” representa o retorno na data t do fluxo de caixa; “n” é o prazo de análise do projeto; e, “i” é a Taxa Mínima de Atratividade (TMA), para realizar o investimento, ou custo de capital do projeto de investimento (PONCIANO et al., 2004).

3.10.2 Método de Valor Uniforme Anual (VA)

Este método consiste em achar a série uniforme anual equivalente ao fluxo de caixa dos investimentos à Taxa Mínima de Atratividade, ou seja, encontra-se a série uniforme a todos os custos e receitas para cada projeto utilizando-se a TMA (PIRES, 2011). Após encontrar esse valor, pode-se determinar o quanto o investimento seria lucrativo, e se for positivo o investimento é recomendado economicamente.

3.10.3 Método da Taxa Interna de Retorno (TIR)

A Taxa Interna de Retorno (TIR) ou Internal Rate Return (IRR) é um índice relativo que mede a rentabilidade do investimento por unidade de tempo, necessitando para isso, que haja receitas envolvidas, assim como investimentos (MOTTA E CALÔBA, 2002), e é considerada uma das formas mais adequadas para avaliar essas propostas.

A TIR é a taxa que torna o VPL do fluxo de caixa do investimento nulo e pode ser calculada através da equação 2, ou por um programa de criação e edição de planilhas (Google Planilhas). Logo, é considerada a taxa que torna o valor presente dos lucros futuros equivalentes aos dos gastos realizados com o projeto, caracterizando assim, a taxa de remuneração de Investimentos (PIRES, 2011).

$$0 = -I + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+TIR)^t} \quad (2)$$

Para que um investimento seja considerado viável economicamente o TIR deve ser maior que o TMA (TIR>TAM), de acordo com o quadro 1. Ela iguala o Valor Presente Líquido a zero, e é uma das formas mais completas de analisar as propostas de investimentos de capital (PEREIRA, 2009).

A Taxa Interna de Retorno (TIR) é calculada a partir dos próprios dados do fluxo de caixa do projeto, sem necessidade de arbitrar-se uma taxa de desconto (BUARQUE, 2004).

Quadro 1: Condições de viabilidade do projeto

TIR	Condição	TMA	Viabilidade do Projeto
TIR	>	TMA	Economicamente viável
TIR	<	TMA	Economicamente Inviável
TIR	=	TMA	Indiferente considerando realizar o investimento ou aplicar o dinheiro na poupança

Fonte: Motta e Calôba, (2002 apud VANZIN *et al*, 2009).

3.10.4 Tempo de Retorno do Investimento (*Payback*)

O tempo de retorno do investimento ou *payback* indica quando será recuperado o investimento realizado, ou seja, em quanto tempo (meses ou anos) o dinheiro investido retornará (PIRES, 2011). No entanto, o *payback* não considera o valor do dinheiro no tempo e, além disso, o método não considera as entradas de fluxo de caixa após a recuperação do investimento (GITMAN, 2002).

O *payback* pode ser calculado de uma forma simples, utilizando a equação 3, onde divide-se o valor inicial do investimento pela média do fluxo de caixa anual.

$$PB = \frac{\text{Investimento Inicial}}{\Sigma FC_{ano}} \quad (3)$$

Esse método é comumente utilizado para calcular o tempo de retorno de projetos pequenos, pois é considerado um método simples de análise de investimentos. E para minimizar os riscos de se utilizar um método que não leva em consideração o fator tempo, o *payback* será utilizado juntamente com os métodos de VPL e TIR no processo de tomada de decisão (LINDEMEYER, 2008).

4 METODOLOGIA

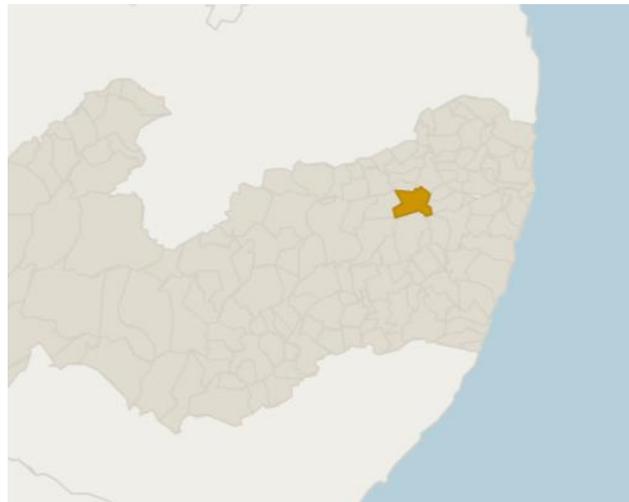
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado no município de Passira, localizado no agreste setentrional de Pernambuco. A área total do município é de 326,758 km², com uma população estimada em mais de 28.800 pessoas (IBGE, 2021). Também é conhecido como terra do bordado manual, e além do artesanato, possui outras fontes de renda como a pecuária e a agricultura, sendo considerado um dos maiores produtores de milho do estado.

Seu clima é do tipo Bs'h da classificação de Köppen, árido ou semiárido, com temperaturas que variam entre 20°C e 34°C, durante todo o ano (KÖPPEN, 1931). O período normal de chuvas inicia-se fevereiro ou março e pode se estender até agosto.

A Figura 1 mostra a localização do município de Passira no estado de Pernambuco (IBGE, 2020).

Figura 3: Município de Passira



Fonte: IBGE (2020)

O Tribunal de Contas de Pernambuco (TCE-PE) é responsável por realizar avaliações nos Sítios Oficiais e Portais de transparência no âmbito das prefeituras municipais do estado de Pernambuco, mediante apuração do Índice de Transparência dos Municípios Pernambucanos (ITMPE) (TCE-PE, 2020).

De acordo com o relatório de 2020, referente a destinação final dos resíduos sólidos, foi constatado que o município de Passira-PE descarta seus resíduos em um lixão que fica a cerca de 2 km da cidade (Figura 3). A quantidade de resíduos que é descartada mensalmente é

relativamente alta, e por não possuir nenhum tratamento ou segregação gera grandes problemas ambientais, como produção de chorume, animais indesejados e principalmente torna o município um infrator da lei.

Figura 4: Lixão do município de Passira



Fonte: Ricardo Sérgio, Diretor do Meio Ambiente de Passira (2021).

O aterro sanitário mais próximo está localizado em Caruaru, que fica a 77 km de distância (TCE-PE, 2020). Como uma forma de mitigar os danos causados pelo descarte incorreto, a prefeitura de Passira, junto a uma empresa privada, estão com o projeto de criar um aterro sanitário, visando encaminhar todos os resíduos gerados no município para o mesmo, entrando assim em conformidade com a lei nº 12.305/10. Mas esse aterro ainda é uma realidade muito distante, visto que sua construção ainda não foi aprovada pela Agência Estadual do Meio Ambiente, antiga CPRH (Companhia Pernambucana de Recursos Hídricos).

Segundo registros cedidos pela Prefeitura, o município possui uma geração mensal de 944,49 toneladas de resíduos sólidos urbanos, sendo detalhadas as quantidades na tabela 1. A composição gravimétrica dos resíduos recicláveis, não pôde ser especificada, pois não há uma coleta seletiva eficaz, o que compromete o acompanhamento das quantidades de cada material. O município não possui nenhum tipo de cooperativa que realize esse trabalho, a não ser alguns catadores que realizam essa função como forma de complementar a renda.

Tabela 1: Composição dos RSU do município de Passira.

Componentes	Toneladas/ Mês
Resíduos Recicláveis	379,1648
Resíduos Orgânicos	203,124
Entulho	267,41
Rejeito	94,7912

Fonte: Prefeitura Municipal de Passira (2021).

A quantidade de resíduos gerados, principalmente os de origem orgânica divergem das estimativas estabelecidas pela ABRELPE (2020), onde a mesma apresenta 45,3% de RSO como média, sendo a de Passira inferior a 30%. Isso ocorre devido o município ser localizado no interior do estado e a população possui diversas criações de animais como porcos, galinhas e bovinos que se alimentam dessa fração orgânica, caracterizada principalmente por restos de alimentos e capim, devido a isso a quantidade encaminhada para descarte é menor.

4.2 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A presente pesquisa pode ser classificada como: aplicada, sob o ponto de vista da natureza, pois tem como objetivo gerar conhecimento para aplicação, de uma forma prática e que gere soluções para problemas específicos, envolvendo verdades e interesses locais (SILVA E MENEZES, 2005). O pesquisador é movido pela necessidade de contribuir para fins práticos, buscando soluções para problemas concretos (CERVO E BERVIAN, 2002), por isso essa pesquisa busca analisar os dados relacionados à geração e disposição final dos resíduos sólidos orgânicos e se é viável economicamente a implantação da compostagem no município de Passira.

De acordo com Gil (2002), a abordagem dessa pesquisa poderá ser quantitativa ou qualitativa, a depender da natureza do problema ou ao seu nível de aprofundamento. Neste caso, essa pesquisa pode ser classificada como quantitativa, pois fará uso de recursos e técnicas para traduzir em números as informações obtidas, visando aplicar e adequar a realidade do município (PIRES, 2011).

Com relação aos objetivos, tanto geral quanto específicos é classificada como exploratória, envolvendo levantamento bibliográfico e entrevistas com pessoas que trabalham diretamente com a gestão dos resíduos sólidos urbanos para se estimar a quantidade gerada, visto que, o município não possui coleta seletiva o que dificulta essa especificação. De acordo

com Köche (1997) o objetivo fundamental de uma pesquisa exploratória é o de descrever ou caracterizar a natureza das variáveis que se quer conhecer.

Ao que se referem os procedimentos práticos, esse trabalho se enquadra em um estudo de caso, pois busca explicar de forma objetiva a viabilidade econômica da compostagem dos resíduos sólidos orgânicos. O estudo de caso é uma estratégia de pesquisa abrangente, na qual o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos e o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real (YIN, 2001).

4.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

1ª Etapa: Levantamento dos gastos com o descarte no lixão e no aterro sanitário

Nesta primeira etapa, foi feito um levantamento de todos os custos e despesas para o descarte de todos os resíduos gerados no município. Inicialmente foi feito o do lixão, visto que, é a forma de descarte atual e em seguida foram determinados os custos para o descarte dos RSU no CTR Caruaru, aterro sanitário mais próximo de Passira, a 77 km de distância. A destinação do aterro seria necessária para atendimento da PNRS em curto prazo.

Foram consideradas geração mensal de 944,49 e diária de 31,483 toneladas. Considerou-se coleta 6 dias por semana (segunda a sábado), totalizando 26 dias de coleta por mês. Pelo fato de não possuir nenhuma empresa responsável pela coleta e descarte dos resíduos, foi feita uma pesquisa relacionada às despesas com o caminhão compactador que é da própria prefeitura, combustível (diesel S-10) e funcionários, através de licitações e folhas de pagamento.

2ª Etapa: Determinação dos gastos para a implantação de um pátio de compostagem.

O município de Passira não possui nenhuma iniciativa em relação à reciclagem dos seus resíduos orgânicos, e devido a grande proporção que é gerada, cerca de 203,124 ton/mês, foi considerada a instalação de um pátio de compostagem, que será responsável por receber todos os RSO. O método a ser empregado é a compostagem simples com revolvimento de leiras, pois para ser realizada não requer uma estrutura complexa.

Foi considerado que o pátio de compostagem ficaria localizado antes do lixão onde ocorre o descarte atual dos resíduos. A marcação amarela especifica onde seria o pátio e a vermelha onde é o lixão (Figura 5).

Figura 5: Localização do pátio e do lixão



Fonte: Google Earth (2021).

Inicialmente, a partir da quantidade de resíduos orgânicos gerados diariamente foi estimado o tamanho do pátio de compostagem e das leiras. Também foi calculado o custo com o piso de concreto polido e uma caixa d'água, que servirá para evitar que o chorume entre em contato com solo, e seja novamente incorporado às leiras.

Relacionaram-se também os custos de aquisição de equipamentos como: bomba para recirculação do chorume, sistema de irrigação, pás, enxadas, carrinhos de mão, ciscadores, triturador forrageiro, termômetro infravermelho e EPIs. Os valores foram obtidos em lojas especializadas.

Nesta etapa, também foi levado em consideração os custos com salários, onde foi necessário inserir 3 funcionários: 1 operador de máquinas e 2 auxiliares de compostagem. Outro ponto importante é a depreciação dos bens, sendo considerado 10% para equipamentos e construções, para o cálculo de vida útil de 10 anos, de acordo com a Normativa SRF nº162, de 31 de dezembro de 1998.

Por fim, foi estimada a economia anual caso os resíduos sólidos orgânicos não fossem encaminhados para o aterro, mas sim para a reciclagem no próprio município.

3ª Etapa: Análise da viabilidade econômica da compostagem dos resíduos sólidos orgânicos

A análise da viabilidade econômica foi realizada através da criação de um fluxo financeiro, apresentado todos os gastos relacionados ao pátio de compostagem. O intuito é doar todo o composto orgânico produzido à população do município, que é composta

principalmente por agricultores. O fluxo financeiro foi feito utilizando o valor correspondente a economia gerada com a reciclagem dos resíduos sólidos orgânicos no próprio município, ao invés de serem encaminhados para o CTR Caruaru.

Para a elaboração do mesmo, foram avaliados os seguintes parâmetros:

- Investimento inicial: construção civil, licenciamento ambiental e equipamentos;
- Custos variáveis de operação: água, energia elétrica e combustível;
- Custos fixos de operação: funcionários e EPIs;
- Depreciação dos equipamentos e construção;

O fluxo financeiro foi obtido através da subtração dos custos variáveis e fixos de operação e da depreciação, obtendo assim, o lucro líquido. A partir do segundo ano foram atualizados os valores de investimento e custos de acordo com a inflação, sendo 4,10% e 3,25% para o segundo e terceiro ano, respectivamente, e 3%, do quarto até o décimo ano (Banco Central, 2021).

Para comprovar se o projeto é viável economicamente, foi necessário calcular a Taxa Interna de Retorno (TIR), o Valor presente Líquido (VPL), o Valor Uniforme Anual (VA), utilizando o valor do investimento inicial (Ano 0), o período de vida útil (10 anos) e o lucro líquido de cada ano. Sendo considerados 12% de Taxa Mínima de Atratividade (TMA), visto que é a mais utilizada no mercado (CAIRES, 2015). O programa utilizado para obter essas informações foi o editor de planilhas do *Google*.

O caso base considerou a doação do composto orgânico no próprio município. Adicionalmente, foi analisado também o fluxo financeiro considerando a venda deste composto para produtores agrícolas da região. No segundo caso, além dos itens destacados acima, também foram obtidos a receita bruta da venda do composto e os valores dos impostos, ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços), no valor de 18% e o IPI (Imposto Sobre Produtos Industrializados), 10% sob a receita bruta.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 LEVANTAMENTO DOS GASTOS COM O DESCARTE NO LIXÃO E NO ATERRO SANITÁRIO

Este tópico aborda os custos gerados pelo descarte no lixão, visto que o município não possui nenhuma empresa que realize a função de coletar e destinar corretamente os resíduos. Deste modo, todo esse trabalho é desenvolvido por garis, que são contratados da própria prefeitura e a mesma possui o caminhão compactador, que é utilizado na coleta.

A tabela 2 apresenta o levantamento dos custos relacionados aos gastos com o descarte no lixão.

Tabela 2: Custo com o descarte no lixão

Descrição	Custo mensal (R\$)	Custo anual (R\$)
Combustível	9.048,00	108.576,00
Funcionários	4.400,00	52.800,00
Total	13.448,00	161.376,00

Fonte: Prefeitura de Passira (2021).

A tabela 3 considera os custos com o descarte total dos resíduos gerados mensalmente (944,49 t) em aterro sanitário. A disposição no aterro foi contabilizada utilizando um valor repassado pelo próprio CTR Caruaru, no valor de R\$ 47,76 por tonelada.

Tabela 3: Custo com o descarte no aterro sanitário (CTR Caruaru)

Descrição	Custo mensal (R\$)	Custo anual (R\$)
Disposição no aterro	45.108,84	541.306,10
Combustível	32.448,00	389.376,00
Funcionários	4.400,00	52.800,00
Total	81.956,84	983.482,10

Fonte: Prefeitura de Passira; CTR Caruaru (2021).

5.2 DETERMINAÇÃO DOS GASTOS PARA IMPLANTAÇÃO DO PÁTIO DE COMPOSTAGEM

Para o dimensionamento do pátio de compostagem, foi necessário fazer um levantamento dos dados de entrada, sendo especificados na tabela 4.

Tabela 4: Dados de entrada para dimensionamento do pátio de compostagem

Descrição	Quantidade
Quantidade diária de RSO (t /dia)	7,8
Dias de recolhimento (mês)	26
Densidade média (t/m ³)	1,65
Comprimento das leiras (m)	20
Altura das leiras (m)	1,7
Largura das leiras (m)	1,8
Quantidade de leiras (mês)	2

Fonte: A autora (2021), FAPESC (2017).

Após análise dos dados acima, foi estimado o dimensionamento do pátio de compostagem, conforme mostra a tabela 5. Essas estimativas foram obtidas de acordo com o boletim técnico de compostagem, desenvolvido pela Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação de Santa Catarina (FAPESC, 2017).

Tabela 5: Dimensionamento do pátio de compostagem

Descrição	Quantidade
Quantidade mensal (t)	203,124
Quantidade anual (t)	2437,488
Quantidade de produto final (50% do total)	1218,744
Comprimento do terreno (m)	50
Largura do terreno (m)	20

Fonte: A autora (2021), FAPESC (2017).

Diante do dimensionamento do pátio, foi feito o levantamento dos investimentos necessários para construção do piso de concreto polido, caixa d'água 500l para captação do chorume que será novamente incorporado a leira e uma caixa d'água 1000l para armazenar água para irrigação (Tabela 6).

Tabela 6: Investimento para construção do pátio de compostagem

Descrição	Quantidade	Custo un. (R\$)	Custo total (R\$)
Piso de concreto polido (m ²)	1000	150	150.000,00
Caixa d'água 500l	1	239,90	239,90
Caixa d'água 1000l	1	409,11	409,11
Total			150.649,01

Fonte: Lojas especializadas (2021).

A tabela 7 especifica o investimento nos equipamentos operacionais necessários para o funcionamento do pátio, onde o mesmo foi estabelecido de acordo com a quantidade de resíduos e número de funcionários.

Tabela 7: Investimento nos equipamentos operacionais

Descrição	Quantidade	Custo un. (R\$)	Custo total (R\$)
Bomba para recirculação do chorume	1	459,00	459,00
Sistema de irrigação (m)	5	124,4	622,00
Enxada Tramontina	3	35,53	106,59
Pá quadrada Tramontina	3	26,82	80,46
Ciscador Tramontina	2	39,90	79,80
Carro de mão azul Tramontina	1	212,00	212,00
Triturador forrageiro - TRF 400	1	1.499,90	1.499,90
Termômetro infravermelho	1	229,00	229,00
Total			3.288,75

Fonte: Lojas especializadas (2021).

Os custos variáveis de produção (Tabela 8) são aqueles relacionados com os tipos de técnicas e equipamentos a serem utilizados, o que inclui energia elétrica, combustível e água.

Tabela 8: Custos variáveis de operação

Descrição	Quantidade	Custo un. (R\$)	Custo total (R\$)
Energia elétrica (Kwh)	286,86	245,68	2.948,16
Combustível (L)	79,2	62,00	744,00
Água (L)	1000	380,16	4.561,92
Total			8.254,08

Fonte: A autora (2021).

Os custos fixos de operação se mantêm constantes durante todo o ano, o que inclui o custo com funcionários (Tabela 9).

Tabela 9: Custos fixos de operação (Funcionários)

Descrição	Custo anual (R\$)
Operador de máquina (6 h/mês)	3.456,00
Auxiliar de compostagem 1	13.200,00
Auxiliar de compostagem 2	13.200,00
Total	29.856,00

Fonte: A autora (2021).

Ainda nos custos fixos, incluem-se os equipamentos de proteção individual (EPIs), necessários para os funcionários do pátio de compostagem (Tabela 10).

Tabela 10: Custos fixos de operação (EPIs)

Descrição	Quantidade	Custo un. (R\$)	Custo total (R\$)
Bota de borracha forrada (par)	3	45,00	135,00
Avental PVC	4	8,84	35,36
Uniformes	5	45,00	225,00
Luvras PVC forradas 45 cm (par)	12	19,48	233,76
Óculos de proteção	3	8,07	24,21
Protetor auricular	3	1,04	3,12
Total			656,45

Fonte: Lojas especializadas (2021).

Foram levantados os custos de licenciamento ambiental (Tabela 11), o que envolve a licença prévia (LP), de instalação (LI) e licença de operação (LO), junto ao órgão específico, a FEPAM (Fundação Estadual de Proteção Ambiental).

Tabela 11: Custos com licenciamento ambiental (FEPAM)

Descrição	Quantidade	Custo un. (R\$)	Custo total (R\$)
Licença prévia (Val: 5 anos)	2	678,05	1.356,10
Licença de Instalação (Val: 6 anos)	2	1.910,61	3.821,22
Licença de operação (Val: 10 anos)	1	964,81	964,81
Total			6.142,13

Fonte: FEPAM (2021).

O investimento inicial para o pátio de compostagem ficou em torno de R\$ 160.079,89, dentro desse valor estão inclusos os investimentos para construção do pátio, em equipamentos e licenciamento ambiental. E o custo de manutenção anual no valor de R\$ 38.766,53, que engloba os custos fixos (funcionários e EPIs) e variáveis (água, energia e combustível).

Caso o pátio seja implantado, há a diminuição na quantidade de resíduos enviada para o aterro sanitário. A tabela 12 mostra a economia que seria gerada se os RSO não fossem encaminhados para o aterro e sim para a compostagem no próprio município. Retirando a quantia de R\$ 116.414,40 do custo total de envio para o aterro (R\$ 983.482,10), ainda permanece o custo de R\$ 867.067,70 para destinação final do restante dos resíduos.

Tabela 12: Economia gerada através da reciclagem dos RSO

Descrição	Economia mensal (R\$)	Economia anual (R\$)
Resíduos sólidos orgânicos	9.701,20	116.414,40

Fonte: Prefeitura de Passira; CTR Caruaru (2021).

A fim de analisar o sistema com a venda do composto orgânico, foi calculada a receita bruta de duas formas (Tabela 13): a granel (tonelada) e no varejo (Kg). Os valores do composto foram obtidos em site especializado online (MF Rural): www.mfrural.com.br, o qual apresenta os valores de venda de composto orgânico em Pernambuco.

Tabela 13: Receita gerada pela venda do composto

Descrição	Quantidade (kg)	Quantidade (t)	Receitas (R\$)	Receita anual (R\$)
Atacado (granel)	1.100.000	1100	120,00	132.000,00
Varejo (kg)	119.744	119,744	1,99	238.290,56
Total				370.290,56

Fonte: MF Rural (2021).

5.3 ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA

5.3.1 Depreciação

A depreciação foi calculada com base na porcentagem de 10% e vida útil de 10 anos, como estipulado pela normativa SRF nº 162 (31 de dezembro de 1998), resultando nos valores presentes na tabela 13.

Tabela 14: Despesas com depreciação

Ano	Depreciação
1	15.328,87
2	15.328,87
3	15.328,87
4	15.328,87
5	15.328,87
6	15.328,87
7	15.328,87
8	15.328,87
9	15.328,87
10	15.328,87

Fonte: A autora (2021).

5.3.2 Avaliação econômica da implantação do pátio de compostagem

A tabela 15 apresenta o fluxo financeiro do pátio de compostagem para geração de composto orgânico, em um período de 10 anos. No ano 1 foi alcançado um lucro líquido de R\$ 62.319,00 o que é considerado bom, visto que é um empreendimento novo.

Após a realização dos cálculos, foi obtida a Taxa Interna de Retorno (TIR), no valor de 40%, sendo 2 vezes maior que a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 12%, o que significa que o empreendimento é viável economicamente, levando em consideração o quadro 1 (Tópico 3.10.3). O VPL obtido para um período de 10 anos foi de R\$ 225.718,42. Já o Valor Uniforme Anual (VA) foi de R\$ 39.948,59 por ano, sendo considerado um valor atrativo e com possibilidade alta de retorno anual. O tempo de retorno para esse investimento (*payback*), foi de 3 anos, o que o torna ainda mais propício de ser implantado.

Tabela 15: Fluxo financeiro com a doação do composto

Descrição	Ano				
	0	1	2	...	10
Economia gerada com a reciclagem dos RSO (tabela 12)		116.414,40	121.187,39	125.125,98	128.879,75
(-) Custo variável de operação		8.254,08	8.592,49	8.871,74	9.137,89
(-) Custo fixo de operação		30.512,45	31.763,46	32.795,77	33.779,64
(-) Despesas financeiras		0,00	0,00	0,00	0,00
(=) Lucro bruto		78.391,90	81.628,97	82.281,92	84.750,39
(-) Depreciação		15.328,87	15.328,87	15.328,87	15.328,87
(=) Lucro líquido		63.319,00	65.502,57	68.129,60	70.633,35
(-) Amortização		0,00	0,00	0,00	0,00
(-) Investimentos	160.079,89				
Fluxo de Caixa	-160.079,89	63.319,00	65.502,57	68.129,60	70.633,35
Taxa Interna de Retorno (TIR)	40%	TMA	12%		
Valor Presente Líquido (VPL)	R\$ 225.718,42	Inflação	4,10%	3,25%	3%
Valor Uniforme Anual (VA)	R\$ 39.948,59				
Tempo de Retorno (payback)	3 anos				

Fonte: A autora (2021).

Considerando todas as informações supramencionadas a implantação de um pátio de compostagem apresenta-se como alternativa viável para tratamento dos RSO, e é um empreendimento que está ao alcance das condições financeiras do município, visto que, não é necessário um investimento alto para sua construção e manutenção se comparado a outras tecnologias de conversão, como a biodigestão.

O apêndice A apresenta o fluxo financeiro completo com a doação do composto.

Caso seja considerada a venda do composto orgânico, o fluxo passa a ter uma fonte de receita. Neste caso, a Taxa Interna de Retorno (TIR), resultou no valor de 129%, bem acima da Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 12%, tornando esse cenário ainda mais atrativo que o anterior.

O Valor Presente Líquido (VPL) foi de R\$ 1.061.301,10 bastante alto se compararmos com o trabalho de Pires (2011), que utilizou um sistema de compostagem acelerada (mais complexo que o método empregado neste estudo). O Valor Uniforme Anual (VA) obtido foi R\$ 187.833,49 e o *payback* foi de 8 meses. O Apêndice B mostra o fluxo financeiro da venda do composto.

Independentemente da doação ou da venda do composto, a implantação do pátio de compostagem no município de Passira- PE é viável do ponto de vista econômico. O que diferencia os cenários são principalmente os lucros e o tempo de retorno do investimento. Acredita-se que a melhor opção no contexto atual do município seria a doação do composto, pois beneficiaria a população com um todo.

Por fim, foi feito um comparativo entre todos os cenários apresentados, como mostra a tabela 16. Conforme foi apresentado, o lixão (cenário 1), apresentou um custo anual para a prefeitura de R\$ 161.376,00. Para se adequar à PNRS, o município precisa, no mínimo, destinar os seus resíduos para o aterro sanitário mais próximo (cenário 2), o que acarretaria num custo anual de R\$ 983.482,10. Já o cenário 3, que insere o pátio de compostagem na gestão dos resíduos, apresentou um investimento inicial de R\$ 160.079,89 . Este montante é pago em 3 anos visto que o município passará a ter menos custos para depositar os RSO no aterro sanitário. Mesmo considerando o custo de operação do pátio, o gasto anual da prefeitura ainda é inferior ao do cenário 2.

Tabela 16: Comparativo entre os cenários avaliados neste trabalho

Descrição	Investimento (R\$)	Custo anual - Ano 1 (R\$)
<i>Cenário 1 (atual)</i> Lixão	-	161.376,00
<i>Cenário 2</i> Envio total para aterro sanitário (CTR Caruaru)	-	983.482,10
<i>Cenário 3</i> RSO para pátio de compostagem Demais resíduos para aterro sanitário	160.079,89 160.079,89 -	905.834,23 38.766,53 867.067,70

Fonte: A autora (2021).

6 CONCLUSÃO

De acordo com os dados levantados é notório que o município de Passira está em uma situação preocupante em relação à destinação correta dos seus resíduos sólidos urbanos. Atualmente o material é descartado no lixão, método que não é aceito pela PNRS e que pode gerar sanções para a administração municipal. Sem contar que, de todas é considerada a destinação mais incorreta, gerando gastos consideráveis ao município e, o que é mais preocupante, causando a degradação do meio ambiente.

A destinação mais viável a curto prazo é o envio dos RSU para aterro sanitário, sendo que o mais próximo fica a 77 km de distância. Isto geraria um gasto anual elevado, pois a quantidade de resíduos coletados é alta. Assim, destacou-se a importância de implantar atividades que reduzam esses custos e que sejam favoráveis ao meio ambiente, como a compostagem e a reciclagem.

A implantação de um pátio de compostagem, com o intuito de receber os resíduos orgânicos, se mostrou viável, de acordo com o levantamento. Através de um fluxo de caixa, obteve-se a Taxa Interna de Retorno (TIR), o Valor Presente Líquido (VPL), o Valor Uniforme Anual (VA) e o tempo de retorno (*payback*).

A TIR se destacou, pois superou em 2 vezes a Taxa Mínima de Atratividade (TMA), o que significa dizer que o empreendimento é viável economicamente. Já o VPL foi bem superior a 0, o que implica dizer que possui uma atratividade elevada e o VA mostrou um ótimo retorno de investimento. No caso em que se considerou a venda do composto os resultados econômicos foram ainda melhores, mas considerando as condições do município e da população, a venda do composto talvez não tenha um mercado garantido. Portanto, recomenda-se a doação do composto produzido para agricultores e para a população em geral.

Diante de todo exposto, este trabalho concluiu que a implantação de um pátio de compostagem, é uma solução interessante para o município de Passira, visto que, utiliza uma técnica simples, de baixo custo e de fácil execução, é viável economicamente e contribui para que o município atenda a PNRS.

7 REFERÊNCIAS

- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas, **Aterros de resíduos não perigosos- Critérios para projeto, implantação e operação**: NBR 13,896. Rio de Janeiro: 1997.
- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas, **Classificação de resíduos sólidos**: NBR 10,004. Rio de Janeiro: 2004.
- ABRAMOVAY, R.; SPERANZA, S.J.; PETITGAND, C. **Lixo zero, gestão de resíduos sólidos para uma sociedade mais próspera**. Instituto Ethos de Empresas e Responsabilidade Social. São Paulo. 77 p. 2013.
- ABRELPE, **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. 2020.
- ALENCAR, J. **A fonte do sucesso**. In ALENCAR, José de. Obra completa. Rio de Janeiro: Editora José Aguilar, 1960.
- BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Projeção para os principais indicadores econômicos**. Brasília, 2021. Acesso em: 09/11/2021.
- BIDONE, A. R. C; POVINELLI, J. **Conceitos básicos de resíduos sólidos**. 1º edição. EESP USP, São Carlos- SP. p.9. 1999.
- BLEY JR, C. **As usinas de processamento de lixo no Brasil**. Disponível em :<http://www.ecoltec.com.br/publicaçõeestécnicas.htm>. Acesso em: Out 2021.
- BRASIL, Lei 12.305 de 02 de agosto de 2010 institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, n.147.3, p.03. 2010.
- BUARQUE, C. **Avaliação econômica de projetos**. Ed. Elsevier, São Paulo, 28º reimpressão, 2004.
- CASAROTTO FILHO, N. KOPITTKE, B. H. **Análise de investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, estratégia empresarial**. São Paulo: Atlas, 1998.
- CASTALDI, P.; ALBERTI, G.; MIRELLA, R.; MELIS, P. **Study of the organic matter evolution during municipal solid waste composting aimed at identifying suitable parameters for the evaluation of compost maturity**. Waste Management, v. 25, p. 209-213, 2005.
- COHEN, E.; FRANCO, R. **Avaliação de projetos sociais**. Petrópolis, RJ: Vozes, 4º ed, 2000.

CORRÊA, E.K. **Produção de suínos sobre cama**. Gráfica Universitária. UFPEL. Pelotas. 75 p 2003.

CTR- Caruaru, Central de Triagem de Resíduos - Caruaru. **Custos com a destinação de resíduos**. Pernambuco, 2020.

DANTAS, A. **Análise de Investimentos e Projetos aplicada à Pequena Empresa**. Brasília: Universidade de Brasília, 1996.

DEMAJOROVIC, J. **Da política tradicional de tratamento do lixo, à política de gestão de resíduos sólidos, as novas prioridades**, Revista de Administração de Empresas. São Paulo v.35 n.3 p.88-93. 1995.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes**. Brasília, p. 627, 2009.

FAPESC. **Critérios técnicos para elaboração de projeto, operação e monitoramento de pátios de compostagem de pequeno porte**. Santa Catarina, 2017.

FERNANDES, F., SILVA, S. M. C. P da. **Manual Prático para Compostagem de Biossólidos**. 1a Edição. Rio de Janeiro: ABES. 1999.

GALESNE, A.; FENSTERSEIFER, J. E.; LAMB, R. **Decisões de investimentos da empresa**. São Paulo: Atlas, 1999.

GITMAN, Lawrence J. **Princípios da Administração Financeira: essencial**. trad. Jorge Ritter. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001, cap. 10, p.299-307.

GOOGLE. **Google Earth website**. Disponível: <https://www.google.com.br/earth/index.html>. Acesso em: 09/11/2021.

HASSEN, A.; BELGUTH, K.; JEDIDI, N.; CHERIF, A. Microbial characterization during composting of municipal solid waste. **Bioresource Technology, Barking**, v.80, p.217-25, 2001.

HELFERT, E.A. **Técnicas de análise financeira**. 9ª ed Porto Alegre: Bookman, 2000.

HENDRIKSEN, E.S.; VN BRENDA, M.F. **Teoria da Contabilidade**. 5ª ed., São Paulo, Atl1999550.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2010. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2020. **Estimativa populacional – PNSB**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

INÁCIO, T.C.; MILLER, M.R.P.; **Compostagem ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos**. Embrapa Solos, Universidade Federal de Santa Catarina. Rio de Janeiro. p.15-54. 2009.

KASSAI, J. R.; KASSAI, S. A.; NETO, A. A. **Retorno de Investimento: Abordagem matemática e contábil do lucro empresarial**, São Paulo: Atlas 2000.

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto**. Piracicaba: Gráfica e Editora Degaspari, 1998. 171 p.

KIEHL, J. E.; **Fertilizantes orgânicos**, Editora agrônômica Ceres Ltda, São Paulo. P. 229-284. 1985.

KÖCHE, J. C. Fundamentos de metodologia científica: Teoria da ciência e prática da pesquisa. 14. ed. rev. e ampl. Petrópolis, RJ: Vozes, 1997. 180p.

KÖPPEN, W. **Grundriss der Klimakunde**. Berlin: Walter de Gruyter, 1931. 390p.

KUHNEN, Osmar Leonardo; BAUER, Udibert Reinaldo. **Matemática Financeira aplicada e Análise de Investimentos**. São Paulo: Atlas, 2001.

LINDEMEYER, R. M. **Análise da viabilidade econômico-financeira do uso do biogás como fonte de energia elétrica**. Trabalho de Conclusão de curso. Universidade Federal Santa Catarina. Florianópolis, 2008.

LIMA, M. J. H; OLIVEIRA, S. N. E.; CAJAZEIRAS, P. J. **Uso da compostagem em sistemas agrícolas orgânicos**. Embrapa Agroindústria Tropical. Fortaleza CE. 2004.

LOPEZ-RAL JM. **Agroindustrial waste composting and its agricultural significance**. Proceedings of the Fertilizer Society 1990; 293: 1-26.

MFRURAL. **Mercado Físico Rural**. Disponível em: <https://www.mfrural.com.br/>. Acesso em: 05/11/2021.

MONTEIRO, José Henrique R. **Compostagem [on line]**. abril.1999. Disponível em: <http://www.resol.com.br>. Acessado em: 14/10/2021.

MOTTA, R. R. CALÔBA, G. M. **Análise de investimentos: tomada de decisão em projetos industriais**. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

OLIVEIRA, A. C. E.; SARTORI, H. R.; GARCEZ, B. T. **Compostagem**, Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Programa de Pós Graduação em Solos e Nutrição de Plantas. Piracicaba- SP. 2008.

PEREIRA-NETO, T. J. **Manual de compostagem, processo de baixo custo**, Editora UFV, Universidade de Viçosa, Minas Gerais. Segunda edição, 2010.

PEREIRA, S. M. **Estudo dos custos operacionais e da viabilidade de implantação de um**

sistema de coleta de dejetos de suínos para a geração de bioenergia no município de Toledo-SC. Dissertação. Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE. Toledo, 2009.

PIRES, A. B. **Análise de Viabilidade Econômica de um Sistema de Compostagem Acelerada para Resíduos Sólidos Urbanos.** Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo, 2011.

PONCIANO, N. J. et al. **Análise de Viabilidade Econômica e de Risco da Fruticultura na Região Norte Fluminense.** 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/resr/v42n4/24974.pdf>. Acesso em: 11/10/ 2021.

PUCCINI, A. L. **Matemática financeira, objetiva e aplicada:** 7 ed. São Paulo: Saraiva, 2004. 410 p.

REIS, M.F.P.; ESCOSTEGUY, P.V.; SELBACH, P. **Teoria e Prática da Compostagem de Resíduos Sólidos Urbanos.** Passo Fundo: UPF, 2004.

RFB - Receita Federal do Brasil. **Instrução Normativa SRF nº 162,** de 31 de dezembro de 1998.

SOARES, E. L. S. F. **Estudo da caracterização gravimétrica e poder calorífico dos resíduos.** 133 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

SUSZEK, M. **Compostagem e Minhocultura,** 2007. Disponível em: www.fag.edu.br/professores/renato/AGRISUS/ApostilaCompostagemVermicompostagem.doc. Acesso em: 27/10/2021.

STEVENSON, F. J. **Humus Chemistry.** New York: John Wiley & Sons. 1982. p. 443.

TCE-PE, Tribunal de Contas do Estado de Pernambuco. **Diagnóstico: Destinação de RSU em PE- 2020.** Pernambuco, 2020.

TCE-PE, Tribunal de Contas do Estado de Pernambuco. **Tipo de destinação final por município.** Pernambuco, 2020.

TEIXEIRA, L.B. et al. **Processo de compostagem, a partir de lixo orgânico urbano, em leira estática com ventilação natural.** Belém: Embrapa, 2004, 8 p. (Circular Técnica, 33).

WANGEN, D. R. B.; FREITAS, I. C. V.; **Compostagem doméstica: alternativa de aproveitamento de resíduos sólidos orgânicos.** Rev. Brasil de Agroecologia. 5(2): 81-88 (2010)

WANG, Y.; HUANG, G.; JHANG, A.; HAN, A.; GE, J. Estimating thermal balance during composting of swine manure and wheat straw; A simulation method. **International Journal of heat and mass transfer**. China agricultural university, college of Engineering. PR China. 2014.

YEO, K. T.; QIU, F. **The value of management flexibility – a real option approach to investment evaluation**. International Journal of Project Management, v. 21, p. 243-250. 2002.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. Trad. Daniel Grassi, 2. Ed, Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZANETTI, I. C. B. B. Educação ambiental, resíduos sólidos urbanos e sustentabilidade. **Um estudo de caso sobre o sistema de gestão de Porto Alegre, RS. 2003**. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade de Brasília, 2003. 178p.

ZHANG, L.; SUN, X. **Effects of rhamnolipid and initial compost particle size on the two-stage composting of green wast**. Bioresource Technology. 2014.

