



**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE ENGENHARIA E ARQUITETURA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**



Julio Turcatto Busato

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE UMA CENTRAL DE TRIAGEM
CONVENCIONAL EM UMA EMPRESA DO SETOR DE COLETA DE RESÍDUOS
SÓLIDOS URBANOS**

PASSO FUNDO

2021

Julio Turcatto Busato

**PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE UMA CENTRAL DE TRIAGEM
CONVENCIONAL EM UMA EMPRESA DO SETOR DE COLETA DE RESÍDUOS
SÓLIDOS URBANOS**

Trabalho Final de Graduação apresentada ao Curso de Engenharia de Produção na Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Professora Juliana Kurek, Mestre

Passo Fundo

2021

Julio Turcatto Busato

**PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE UMA CENTRAL DE TRIAGEM
CONVENCIONAL EM UMA EMPRESA DO SETOR DE COLETA DE RESÍDUOS
SÓLIDOS URBANOS**

Trabalho Final de Graduação apresentada ao Curso de Engenharia de Produção na Faculdade de Engenharia e Arquitetura da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador: Professora Juliana Kurek, Mestre

Aprovado em: 07 de julho de 2021.

BANCA EXAMINADORA

Anderson Hoose, Mestre.
Universidade de Passo Fundo

Juliana Kurek, Mestre.
Universidade de Passo Fundo

Nilo Alberto Scheidmandel, Mestre.
Universidade de Passo Fundo

Universidade de Passo Fundo

Passo Fundo

2021

AGRADECIMENTOS

Início estes agradecimentos dizendo que sou grato pela vida e pelas pessoas que fazem parte dela, mas acima de tudo grato a Deus por me conceder tudo isso, agradeço por todos os obstáculos colocados em meu caminho. Os quais nos momentos de dificuldades não são compreendidos, mas quando chego ao topo da montanha, reconheço na paisagem a lição que ele me deu.

Agradeço a minha mãe Iliete, heroína que me deu apoio em todos os momentos, pessoa que muito se esforçou para esta trajetória ser possível, ela que dedica sua vida a mim, e a quem devo tudo o que sou hoje. Também tenho muito a agradecer a minha avó Iracema, pelas orações de coragem e toda a paciência para comigo nos meus momentos mais difíceis, e a todos os ensinamentos valiosos que trouxe. Ao meu pai de coração Vanderlei, sempre presente e disposto a me auxiliar, obrigado. Também ao meu pai Nevio e meu avó Itelvino (in memoriam), os quais sempre terei comigo em meu coração.

À minha sócia de vida Gabriela, por todo amor, carinho e compreensão, que muito me incentiva e apoia, a qual faz dos meus dias nebulosos se tornarem ensolarados, com você ao meu lado, tenho certeza que o futuro muito nos reserva.

À minha Orientadora Juliana Kurek, cujo apoio, dedicação e objetividade foram fatores essenciais para atingir os objetivos propostos e a todos os meus professores pelo conhecimento transmitido.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte de minha formação, o meu muito obrigado.

“Homens fortes criam tempos fáceis e tempos fáceis geram homens fracos, mas homens fracos criam tempos difíceis e tempos difíceis geram homens fortes.” (Proverbio oriental).

RESUMO

O Gerenciamento de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) tem tido lugar de destaque entre as problemáticas ambientais não só para as administrações públicas, mas também para toda a sociedade. Com o crescimento populacional somado ao aumento constante de padrões de consumo, a consequência é que a geração de resíduos apresente crescimentos significativos, sendo necessário a busca de soluções eficientes quanto a sua coleta, disposição, tratamento e destino. O desenvolvimento econômico e social do país é essencial e garantido por lei, mas deve ser aliado a responsabilidade ambiental, sendo uma parte importante que municípios e principalmente grandes centros urbanos tem tido dificuldade de realizar. Inclui-se aqui a reutilização dos resíduos sólidos urbanos gerados em seus territórios, onde muitas vezes quantidades significativas de resíduos reaproveitáveis vão para aterros sanitários, ou melhor, deveriam ter esta destinação final indo de encontro a legislação vigente, pois qualquer outro meio de disposição final é irregular. Dentro desta problemática do reaproveitamento de resíduos, este trabalho visa analisar a proposta de implantação de uma central de triagem convencional em uma empresa do setor de coleta de resíduos sólidos urbanos, tendo como foco a melhoria da eficiência nas etapas de reutilização e reciclagem dos resíduos gerados nos municípios.

Palavras-chave: Triagem. RSU. Gerenciamento de Resíduos.

Lista de figuras

Figura 1 - Ciclo da Logística Reversa	18
Figura 2 - Ordem de Prioridade no Gerenciamento de Resíduos	21
Figura 3 - Município de Paraí no mapa do Rio Grande do Sul	27
Figura 4 – Distância entre as cidades.	28
Figura 5 - Brasões dos Municípios	30
Figura 6 – Organograma demonstrativo da metodologia.	31
Figura 7 - Caracterização dos Resíduos Sólidos Municipais	41
Figura 8 – Proposta de layout para a central de triagem	46
Figura 9 - Histórico de reajustes do salário mínimo.....	55

Lista de tabelas

Tabela 1 - Considerações sobre densidade de resíduos sólidos recicláveis	34
Tabela 2 - Estimativa populacional e geração de resíduos do ano de 2017 a 2020.....	42
Tabela 3 – Estimativa populacional e geração de resíduos do ano de 2020 a 2040.....	42
Tabela 4 - Quantidade triada e número de funcionários necessários de 2020 a 2040.....	44
Tabela 5 – Áreas de estoque dos materiais triados soltos e prensados.....	45
Tabela 6 - Receita bruta anual com a venda estimada de Plástico	48
Tabela 7 - Receita bruta anual com a venda estimada de Papel	49
Tabela 8 - Receita bruta anual com a venda estimada de Embalagem Longa Vida.....	50
Tabela 9 - Receita bruta anual com a venda estimada de Vidro.....	51
Tabela 10 - Receita bruta anual com a venda estimada de Metal.....	52
Tabela 11 - Receita bruta anual total com a venda estimada dos materiais reciclados	53
Tabela 12 – Custo com folha de pagamento.....	56
Tabela 13 – Valores de mercado para itens de implantação da Central de Triagem.....	56
Tabela 14 - Custos estimados com os itens de operação da Central de Triagem no Ano. ..	57
Tabela 15 - Custos de operação da central corrigidos pela taxa de 6,8 % a.a.	57
Tabela 16 – Estimativa de custo com EPIs por ano	58
Tabela 17 – Total dos custos	59
Tabela 18 – Análise de Receita x Despesa	60
Tabela 19 - Análise do tempo de retorno do investimento para a empresa com todo o custo de implantação e operação e com correção de 3,92% a.a.	61
Tabela 20 – Economia prefeituras.	62

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	10
1.1 Considerações Iniciais.....	10
1.2 Problema.....	11
1.3 Justificativas.....	13
1.4 Objetivos.....	13
1.4.1 Objetivo Geral.....	13
1.4.2 Objetivos Específicos.....	14
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1 Resíduos sólidos urbanos e sua problemática.....	14
2.2 Gestão de rsu e seus aspectos legais.....	16
2.2.1 Política nacional dos resíduos sólidos (pnrs).....	16
2.3 Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS).....	19
2.4 Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos.....	20
2.5 Triagem de resíduos sólidos urbanos.....	22
2.6 Reciclagem.....	23
2.7 Coleta seletiva.....	24
2.8 Critérios de análise de investimentos.....	25
2.8.1 Taxa interna de retorno (TIR).....	25
3. MÉTODO DO TRABALHO.....	26
3.1 Descrição do objeto de estudo.....	26
3.2 Procedimento metodológico.....	28
3.2.1 Coleta de dados: com base na realidade do setor.....	29
3.2.2 Coleta de dados: caracterização dos resíduos sólidos.....	30
3.3 Levantamento e avaliação dos dados para elaboração de avaliação de viabilidade.....	31
4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE E DOS RESULTADOS.....	32
4.1 Modelos de cálculos e equações.....	32
4.1.1 Estimativa de geração de resíduos.....	32
4.1.2 Esteira de triagem e quantidade de funcionários.....	32
4.1.3 Área de estoque.....	33
4.2 Análise financeira da operação da central.....	36
4.3 Resultados.....	37
4.3.1 Resultado levantamento de dados realizado junto a empresa.....	37
4.4 Análise do PMGIRS.....	41
4.4.1 Geração de resíduos sólidos nos municípios.....	42
4.4.2 Quantidade triada e número de trabalhadores.....	44
4.4.3 Comprimento das esteiras.....	45
4.5 Previsão de receitas para central de triagem.....	44
4.5.1 Plástico.....	49
4.5.2 Papel.....	49
4.5.3 Longa vida.....	50
4.5.4 Vidro.....	51
4.5.5 Metal.....	52
4.5.6 Receita total.....	54
4.6 Despesas.....	54
4.6.1 Custos com folha de pagamento.....	55
4.6.2 Custos de implantação e operação.....	57
4.6.3 Custo total.....	60
4.7 Avaliação da receita e despesa.....	60
4.8 Retorno do investimento para a empresa.....	61
4.8.1 Aplicação do índice TIR.....	62
4.9 Economia para as prefeituras.....	62
5. CONCLUSÃO.....	64
5.1 Conclusões do trabalho.....	64
5.1 Recomendações para trabalhos futuros.....	65
REFERÊNCIAS.....	67

1. INTRODUÇÃO

1.1 Considerações iniciais

A partir da Revolução Industrial, decorrida no século XVIII, o mundo vivenciou grandes mudanças econômicas e culturais. Nesse período, iniciou-se a produção em larga escala de diversos produtos, elevando-se os padrões de consumo, e conseqüentemente, a geração dos resíduos. Desde então, a geração de resíduos vem sendo um problema que se eleva de forma gradativa, devido a um grande aumento populacional e, junto disso, produção e consumo desenfreado.

Além do expressivo crescimento da geração desses resíduos, observam-se, ainda, ao longo dos últimos anos, mudanças significativas em sua composição e características e o aumento de sua periculosidade (OMS, 2010; EPA, 2010).

Nesse contexto, diante do exposto, busca-se a reflexão sobre o impacto da gestão adequada dos resíduos sólidos no meio ambiente. Evidencia-se a importância de um bom planejamento e gerenciamento para coleta, triagem e disposição de resíduos sólidos, já que, são produzidos em larga e expressiva escala todos os dias, a fim de assegurar um ambiente limpo, saudável e livre de contaminações a toda a população, contribuindo também para a manutenção do meio ambiente.

Para tanto, foram utilizados documentos e informações sobre a gestão de resíduos sólidos disponíveis em diferentes fontes assim como consulta na literatura científica especializada nessa área.

Portanto, o presente estudo se propõe fazer um levantamento sobre os resíduos sólidos, focando, nos de consumo doméstico, classificando-os, além de avaliar o processo de coleta, triagem e compostagem, objetivando ampliar o conhecimento referente a publicações sobre o tema, a fim de fazer um planejamento adequado para implantação de uma central de triagem completa para uma empresa do setor de Coleta de Resíduos Sólidos Urbanos.

1.2 Problema

O gerenciamento dos resíduos sólidos consiste em um tema não tão atual, que já vem sendo bastante discutido desde a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, que ocorreu no Rio de Janeiro em 1992. Foi estabelecido como consenso, que as condições do meio ambiente estão ameaçadas devido a explorações exacerbadas de recursos não-renováveis. Além disso, devido ao meio ambiente sofrer várias ações agressivas e poluentes em relação ao lançamento de resíduos sólidos orgânicos e inorgânicos no solo. O seu manejo inadequado, também, gera problemas socioambientais e de saúde pública, como a poluição do solo, do ar e dos recursos hídricos, assim como problemas econômicos.

No Brasil, são produzidos, todos os anos, cerca de 83 milhões de toneladas de lixo, dos quais apenas 40,5% têm destinação adequada (36% para aterros sanitários, 3% para compostagem, 1% reciclado por separação manual e 0,4% para incineração). Como agravante, há que se destacar que uma parcela considerável do lixo produzido não é nem sequer coletado, sendo disposto de maneira irregular em ruas, rios, córregos e terrenos vazios. Isto pode levar a problemas como o assoreamento de rios e o entupimento de bueiros, com consequente aumento de enchentes nas épocas de chuva, além da destruição de áreas verdes, mau cheiro, proliferação de moscas, baratas e ratos, todos com graves consequências diretas ou indiretas para a saúde. (AMORIN et al., 2009, p. 31).

Na grande maioria dos municípios brasileiros, os resíduos sólidos domiciliares não dispõem de controle, tanto que dos 1055 municípios, apenas 18% do total operam programas de coleta seletiva de resíduos domésticos. (CEMPRE, 2016).

A principal forma de destinação final vigente no Brasil ainda é o lançamento a céu aberto (IBGE,2012), ou seja, são simplesmente descarregados sobre o solo, sem medidas de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública, torna-se provável a proliferação de vetores, geração de maus odores, poluição das águas superficiais e subterrâneas, além da falta de controle da composição dos resíduos descarregados (BIDONI, 1999, apud WILLIAN, 2013, p. 6 e 7).

Na tentativa de amenizar o ambiente dos impactos da disposição final, muitas cidades acabam instalando aterros controlados ou lixões em pontos próximos, encravados no meio rural em áreas menos habitadas. Com isto, os problemas tornam-se menores quanto à exposição humana, porém a contaminação ambiental não deixa de existir,

afetando essas áreas sob o ponto de vista ecológico (PHILIPPI JR., 2005, apud DAIANE, 2013, p. 8 e 9).

Dados do IBGE de 2002, demonstram que o volume de resíduos coletados e reciclados está aquém do potencial que é gerado, sendo grande parte deste desperdiçado em lixões ou aterros sanitários. O lixo domiciliar brasileiro possui cerca de 30% de materiais que poderiam ser reciclados. (TOMAZ E RAMOS, 2012)

Segundo Calderoni (1997), Hempe e Noguera (2012), no Brasil menos de 1% do lixo é reciclado. Ao considerar que o Brasil tem 7 milhões de linhas de celular e que 70% do lixo brasileiro é jogado a céu aberto, a contaminação dos lençóis freáticos localizados a baixo desses lixões não para de crescer. Quase 70% é coletado e jogado a céu aberto. Dar destino de forma correta ao lixo é um dos grandes desafios da administração pública em todo o mundo. É calculado que 30% do lixo brasileiro fica espalhado pelas ruas das grandes cidades.

Percebe-se que a maioria dos municípios brasileiros têm implementado apenas a coleta regular, transporte e destino final dos resíduos da sua população, são despejados em áreas a céu aberto ou valas, com distância significativa em relação ao centro urbano. Raros municípios dispõem de coleta seletiva e processo de compostagem, ou seja, o tratamento adequado dos resíduos sólidos, sendo apenas depositados em “lixões”, gerando desperdícios, além da já comentada degradação ambiental e agravos a saúde da população.

Para isso, em 2010, foi sancionada a lei nº 12.305, regulamentada pelo decreto 7.404/10, conhecida como Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a qual, tem como ponto principal a redução da quantidade de resíduos sólidos desperdiçados, através do seu tratamento e reutilização. Em relação aos rejeitos, que são os resíduos que não podem ser reaproveitados, a lei determina uma destinação adequada a eles, buscando a não agressão ao meio ambiente.

As diretrizes dispostas pela Lei 12.305 a princípio, buscam traduzir as tendências e expectativas defendidas por estudiosos da área, ao introduzir o conceito de gestão integrada dos resíduos. (JESUS, WILLIAN FERRAZ, 2013)

Bidoni, 1999 aput Willian, 2013, acredita que a solução é definida através de um programa de gerenciamento geral de resíduos, com ênfase a redução na fonte, reutilização e reciclagem, com efetivo aproveitamento, e que as propostas devem ser maleáveis, respaldadas em princípios de educação ambiental e técnicas ambientalmente corretas.

Tendo em vista a relevância dos impactos gerados pela gestão dos resíduos sólidos no meio ambiente, e a necessidade do melhor aproveitamento dos resíduos, tem-se como questão

da pesquisa: **é possível implantar uma central de triagem de resíduos sólidos urbanos para uma empresa do setor de coleta de resíduos?**

1.3 Justificativas

De maneira geral podemos afirmar que grande parte de todo o lixo gerado pela humanidade não tem o devido aproveitamento e destinação. Os resíduos estão mantendo um nível de crescimento, porém não está sendo disposta da maior disponibilização dos serviços urbanos de limpeza e coleta, triagem e destinação, uma vez que deveria ter-se maior preocupação quanto ao destino final dos resíduos.

A crescente e diversificada geração de resíduos sólidos nos meios urbanos e a necessidade de sua disposição final alinham-se entre os mais sérios problemas ambientais enfrentados indistintamente por países ricos e industrializados e pelas sociedades em desenvolvimento. Em face dessa crescente produção de resíduos e da maior disponibilização dos serviços urbanos de limpeza e coleta, há maiores preocupações quanto ao destino final dos resíduos. (BIDONE, 2001) Este documento objetiva fornecer os argumentos que justificam a implantação de uma solução do problema de mau aproveitamento e incorreta destinação. Ressalta a relevância da implantação e execução, com informações convincentes sobre a sua importância e de suas relações com a economia e os interesses da comunidade e o conhecimento técnico-científico.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo geral: Avaliar tecnicamente e economicamente a implantação de uma central de triagem convencional para uma empresa do setor de coleta de resíduos sólidos urbanos

1.4.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são definidos como:

- Pré-Dimensionar uma central de triagem manual para uma empresa do setor de coleta de resíduos;
- Avaliar as receitas potenciais da Central de Triagem e os custos envolvidos na implantação e operação desta;
- Estimar o retorno do investimento de implantação do projeto dentro de seus parâmetros de avaliação praticados no mercado.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Resíduos sólidos urbanos e sua problemática

A conceituação dos resíduos sólidos no Brasil é definida conforme a NBR 10.004 (ABNT, 2004):

a) Resíduos nos estados sólidos e semissólidos, resultantes de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviço e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes do sistema de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos, cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível. (ABNT, 2004, não pag.)

No ano de 2010 também foi desenvolvida a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), através da lei 12.305/2010, que os define da seguinte forma:

b) 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).

Os resíduos sólidos são conhecidos informalmente nas comunidades através do termo “lixo”, que é uma palavra derivada do termo em latim *lix*, tendo como significado cinza, já no

dicionário seu significado é: sujeira, imundície, coisa ou coisas inúteis, velhas ou sem valor. (CAVINATTO; RODRIGUES, 2010)

Apresentam como composição uma combinação heterogênea de materiais sólidos ou semissólidos que podem ser parcialmente reciclados, reutilizados e beneficiados, gerando novos produtos. (ALCÂNTARA, 2007)

A atividade humana em si tem como um de seus resultados a geração de resíduos. Os crescimentos populacionais, as expansões da industrialização, os aumentos de renda que influenciam nos padrões de consumo da população são fatores que provocam a aceleração da geração de resíduos. (NAIME, 2005)

O entendimento que relaciona quanto maior o consumo de produtos maior será a geração de resíduos, tornando-os fatores interligados diretamente, passou a surgir e se consolidar a partir do cenário provocado pela evolução industrial. Esta trouxe um desenvolvimento tecnológico e industrial muito importante para a sociedade. Mas a elevada necessidade de mão-de-obra nas indústrias se tornou um grande atrativo para a população em geral, provocando uma urbanização muito rápida e elevada dos grandes centros. Outro aspecto é que as políticas públicas locais não estavam preparadas para realizar o atendimento desta grande demanda e suas necessidades de saneamento básico. Dificuldades que aparecem até os dias de hoje por parte das administrações públicas em conseguir gerenciar e resolver os problemas que envolvem o tratamento de esgoto e resíduos sólidos dos municípios. (FOLLETO, 2016)

Através de dados do relatório “What a Waste”, publicado em 2012 pelo Banco Mundial, é perceptível o fato de que sociedades com maior renda e grau de urbanização tem suas gerações de resíduos elevadas. A composição destes resíduos tem como variável o poder aquisitivo das populações, como por exemplo, populações com maior poder aquisitivo geram mais resíduos provindos de industrializados, apresentando maior número de embalagens; populações de menor poder aquisitivo geram resíduos com uma composição mais orgânica, basicamente restos de alimentos, neste sentido vem para reforçar este conceito os dados deste mesmo relatório, indicando que países de baixa ou média renda apresentam frações maiores de matéria orgânica na composição de seus resíduos sólidos urbanos, tendo sua variação entre 40% e 85% do total. (BANCO MUNDIAL, 2012)

As evoluções culturais e tecnológicas têm grande influência quanto a geração de resíduos sólidos. Alguns autores abordam a influência dos fatores culturais, sociais, educacionais, densidade populacional, atividades exercidas pelas comunidades, tecnologias e questões econômicas locais, pois afetam a geração de resíduos por parte das populações e

inclusive estes mesmos fatores indicam alterações nas características física, química e biológica dos resíduos sólidos. O que vem a reforçar os dados obtidos no relatório citado anteriormente, que indica uma diferente caracterização dos resíduos de acordo com a situação econômica de cada comunidade. (ZANTA e FERREIRA, 2003; SCHNEIDER, 2004; TILLMANN, 2003; BOFF, 2005)

O crescimento dos municípios e a constante expansão urbana, que apresentam suas evidências em dados publicados periodicamente no país, principalmente pelo IBGE, são indicados como os principais causadores dos impactos ambientais negativos. Devido ao fato de que nas zonas urbanas os hábitos de consumo da população, diferente das zonas rurais, levam a uma geração elevada, contínua e crescente de resíduos sólidos domiciliares, principalmente relacionado ao elevado consumo de produtos industrializados o que provoca uma quantidade significativa de embalagens em meio aos resíduos. (FOLLETO, 2016)

Até o ano de 2012 foram gerados aproximadamente 12 bilhões de toneladas de resíduos por ano no planeta e a estimativa para 2020 é de que esta quantidade chegue aos 18 bilhões de toneladas. (SANTOS E DIAS, 2012)

O panorama realizado pela ABRELPE, apresenta uma geração de RSU em 2016 no Brasil de aproximadamente 78,3 milhões de toneladas, uma queda de 2% em relação à 2015. A quantidade coletada foi de 71,3 milhões de toneladas, isso representa um índice de cobertura de coleta de 91% para todo o país o que evidencia que 7 milhões de toneladas de resíduos não foram objeto de coleta, podendo representar um destino impróprio ou algum tipo de reaproveitamento nas residências. (ABRELPE, 2016)

2.2 Gestão de rsu e seus aspectos legais

2.2.1 Política nacional dos resíduos sólidos (pnrs)

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) é estabelecida pela lei 12.305/2010, que foi aprovada pelo Congresso Nacional em agosto de 2010, após 20 anos de tramitação e discussão, desde o ano de 1989 com o projeto de Lei do Senado 354 de autoria do ex-senador Francisco Rollemberg. Em 23 de dezembro do mesmo ano a lei foi regulamentada pelo Decreto Federal nº. 7.404/2010, cuja finalidade também foi de viabilizar a aplicabilidade de seus instrumentos através da criação do Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística

Reversa. (SENADO FEDERAL-REVISTA EM DISCUSSÃO N°22 - RESÍDUOS SÓLIDOS – LIXÕES PERSISTEM, 2014)

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, trouxe definições relacionadas ao gerenciamento de resíduos muito importantes, pois esta legislação aborda ações de coleta, transporte, transbordo, tratamento, destinação e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. (Costa e Ribeiro, 2013)

Calderan (2013), relata que a responsabilidade compartilhada, é outro marco importante da PNRS, pois estabelece o envolvimento da sociedade, empresas, prefeituras, governos estaduais e federal na gestão dos resíduos sólidos. Desta forma os municípios têm a responsabilidade de coletar e realizar o tratamento adequado dos resíduos, os cidadãos ficam com a responsabilidade de separação e acondicionamento adequado dos resíduos e a indústria a responsabilidade quanto aos resíduos de seus produtos.

A Logística Reversa foi outro marco importante da PNRS, em novembro de 2015, o Governo Federal assinou com representantes do setor empresarial e dos catadores de materiais recicláveis, o acordo setorial para a logística reversa de embalagens em geral. O Ministério do Meio Ambiente denomina a logística reversa como:

c) A obrigação dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de determinados tipos de produtos (como pneus, pilhas e baterias, lâmpadas fluorescentes...) de estruturar sistemas que retornem estes produtos ao setor empresarial, para que sejam reinseridos no ciclo produtivo ou para outra destinação ambientalmente adequada. (MMA – Brasil, 2015, não pág.)

Conforme figura 1, pode-se observar que o ciclo dos resíduos, se seguido conforme propõem a logística reversa não seria danoso ao meio ambiente, uma vez que seria reduzido a extração de nova matéria prima.

Figura 1 - Ciclo da Logística Reversa



Fonte: adaptada do material orientativo sobre a PNRS da FGV, 2017.

A PNRS também tem como objetivo eliminar a destinação e disposição final inadequada de resíduos sólidos, como “lixões” a céu aberto, sendo os aterros sanitários a referência e exigência para uma destinação final adequada dos rejeitos. (ZANETTE, 2015)

A partir dessa nova lógica, o cidadão passa a ser responsável pela disposição correta dos resíduos que gera, bem como se faz necessário que reveja o seu papel enquanto consumidor. Ao setor privado cabe a tarefa de gerenciar de maneira correta os resíduos sólidos, reincorporá-los à cadeia produtiva e inovar nos produtos, a fim de proporcionar ganhos socioambientais. Aos governos federal, estadual e municipal é atribuída como uma de suas principais responsabilidades a elaboração dos planos de resíduos sólidos (MMA, 2012).

O MMA é o responsável pela elaboração de políticas, estratégias, planos e programas nacionais para o controle ambiental. De acordo com a PNRS, é também responsável pela elaboração do Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Compete a este o apoio aos municípios que aplicarão a PNRS, bem como possibilitar políticas positivas sobre ações dos municípios. (Manual FGV, 2015)

Além do MMA, estão envolvidos o Ministério das Cidades, que recebe os PMGIRS elaborados pelos municípios e define critérios e prioridades para a distribuição de recursos. O Ministério da Saúde como instituição dirigente do setor de saúde que possui poderes normativos abarcando os aspectos sanitários relacionados ao manejo dos resíduos sólidos e o Ministério da Educação com a função de aplicar os instrumentos da PNRS relativos à educação ambiental. (Manual FGV, 2015)

A Fundação Getúlio Vargas (FGV), através de seu manual orientativo de Gerenciamento de Resíduos Sólidos trás as atribuições detalhadas da União, Estados e Municípios da seguinte forma:

d) A União, por meio de seus órgãos competentes, deve organizar e manter de forma conjunta o Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SNIR), articulado com o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA) e o Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente (SINIMA). Os estados, por sua vez, devem promover a organização, o planejamento e a execução das funções públicas de interesses comuns relacionados à gestão de resíduos sólidos nas regiões metropolitanas, aglomerações urbanas e microrregiões. Tais aspectos serão determinados nos Planos Estaduais de Resíduos Sólidos (PERS). Aos municípios e a sua estrutura executiva, como os grandes responsáveis por atuar em matérias de interesse local, reconhecer que a gestão de resíduos sólidos é um desafio e uma oportunidade para os mesmos e que a adaptação à PNRS é uma necessidade para promover mudanças na realidade em que estão inseridos. (Manual FGV, 2015, não pág.)

2.3 Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS)

O PMGIRS é estabelecido no artigo 18º da Lei 12.305/2010, da seguinte forma:

e) A elaboração de plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos, nos termos previstos por esta Lei, é condição para o Distrito Federal e os Municípios terem acesso a recursos da União, ou por ela controlados, destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, ou para serem beneficiados por incentivos ou financiamentos de entidades federais de crédito ou fomento para tal finalidade. (BRASIL, 2010, não pág.)

Ao atribuir a gestão integrada dos resíduos sólidos gerados nos territórios municipais ao poder executivo municipal, a PNRS elencou uma série de instrumentos que podem ser utilizados e dentre deles se destaca o PMGIRS. (art.8º, lei nº 12.305/2010)

O PMGIRS passou a ser condição essencial para os municípios terem acesso aos recursos da união, os municípios que não tiverem seus planos prontos e adequados não conseguirão realizar captação de recursos vinculados a limpeza urbana e resíduos sólidos junto ao governo federal. (art. 18, lei nº 12.305/2010)

2.4 Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos

No Brasil, o Gerenciamento de Resíduos Sólidos é definido pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, lei 12.305/2010, da seguinte maneira:

f) Lei 12.305/2010 Art. 3º Inciso X – Gerenciamento de Resíduos Sólidos: conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei. (Brasil, 2010, não pág.)

Um dos aspectos importantes do gerenciamento de RSU é a classificação. A Lei Federal nº 12.305/2010, em seu artigo 13º, inciso I, classifica os resíduos sólidos de acordo com sua origem em:

- Resíduos sólidos urbanos, subdivididos em domiciliares e de limpeza urbana;
- Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços;
- Resíduos de serviços públicos de saneamento básico;
- Resíduos industriais;
- Resíduos de serviços de saúde;
- Resíduos da construção civil;
- Resíduos agrossilvopastoris;
- Resíduos de serviços de transporte;
- Resíduos de mineração.

Quanto aos riscos que os resíduos oferecem à saúde pública e ao meio ambiente, a NBR 10.004 (ABNT, 2004) classifica os resíduos como:

- Resíduos Classe I – Perigosos: são resíduos que apresentam periculosidade ao meio ambiente e a saúde pública e que possuem uma ou mais das características a seguir: inflamabilidade; corrosividade; reatividade; toxicidade e patogenicidade;
- Resíduos Classe II A – Não inertes: são aqueles que não se enquadram como classe I perigosos ou classe II B. Podem ter propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.;
- Resíduos Classe II B – Inertes: Quaisquer resíduos que quando submetidos a um contato dinâmico com água deionizada ou destilada, 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; Conforme figura 2 indica, a prioridade do gerenciamento de resíduos parte do princípio da redução de sua geração, seguido de ações que visem diminuir o impacto final dos mesmos.

A lei 12.305/2010 também define a ordem de prioridade no gerenciamento de resíduos sólidos da seguinte maneira:

Figura 2 - Ordem de Prioridade no Gerenciamento de Resíduos



Fonte: adaptada do material orientativo sobre a PNRS da FGV, 2017.

A ABRELPE, através do panorama 2016, traz dados importantes que mostram a situação do gerenciamento de resíduos no país, a disposição final dos RSU coletados piorou comparado ao índice de 2015, de 58,7% para 58,4% sendo 41,7 milhões de toneladas enviadas para aterros sanitários. A disposição inadequada continuou sendo a prática de 3.331 municípios, que enviaram para lixões ou aterros controlados mais de 29,7 milhões de toneladas de resíduos, que corresponde a 41,6% do coletado no ano de 2016, sendo que estes meios de destinação final não possuem os sistemas e medidas que são necessários para proteção contra danos e degradações ao meio ambiente, além disso são meios ilegais, pois apenas os aterros sanitários são permitidos pela legislação vigente.

Os serviços de limpeza urbana no Brasil também sofreram uma queda considerável de investimentos por parte dos municípios, representando uma diminuição de 0,7% comparado ao ano de 2015, ficando em um valor estimado de R\$9,92 mensais por habitante. Com essa queda a geração de empregos diretos no setor de limpeza pública também sofreu uma queda preocupante de 5,7% em relação a 2015 deixando de manter 17.700 empregos no setor. O mercado de limpeza urbana no país seguiu a mesma tendência de recessão econômica e movimentou R\$27,3 bi, uma queda de 0,6% em comparação a 2015. (ABRELPE, 2016).

Os sistemas de gestão e gerenciamento tem como missão encontrar soluções para os graves problemas ambientais e de saúde que comprometem a qualidade de vida das pessoas. Tendo como base as diretrizes de cooperação, integração e harmonização das competências dos três entes federados, bem como uma forte institucionalização com o setor produtivo e a sociedade em geral. (MMA, 2012 apud Manual FGV, 2015).

2.5 Triagem de resíduos sólidos urbanos

As Centrais de Triagem de Resíduos (CTR), também conhecidas como Usinas de triagem, são locais onde ocorrem a separação dos resíduos sólidos de acordo com suas características físicas e químicas, após o seu recolhimento pelo serviço de coleta de lixo. Essa separação pode ser feita de forma manual, fazendo uso das associações de catadores de lixo gerando diversas vagas de emprego, pode ser de triagem semiautomática, associando trabalho de catadores de lixo com sistemas automatizados, ou triagem automática, indicada para cidades de grande volume.

Zanette (2015) traz a afirmativa de que atualmente no Brasil, a coleta seletiva e as estações de triagem, são as duas principais propostas quanto a correta separação de resíduos sólidos urbanos.

Durante o processo de Triagem os resíduos são separados e selecionados, após esta separação são direcionados para o processo de reciclagem. Estas centrais de triagem apresentam uma solução que se torna mais simples do que implementar coletas seletivas nos municípios, pois não necessita diretamente da mudança de hábitos das comunidades, como separar de forma organizada seus resíduos. Contudo, além de não promover uma conscientização na população, essa medida é considerada de menor eficácia quando não ocorre junto a uma conscientização da comunidade e coleta seletiva, pois o material coletado que segue para a triagem apresenta muita contaminação e resíduos misturados entre

recicláveis, orgânicos e contaminantes biológicos, o que impossibilita muitas vezes a reciclagem de determinados resíduos. (IPEA, 2012).

Abreu (2013) afirma que existe um grande desperdício de matérias-primas devido a não reciclagem e compostagem de uma quantidade significativa de resíduos. Através desta situação se fez importante o artigo 9º da lei 12.305/2010, relatando que os resíduos só podem seguir para disposição final após não existir mais a possibilidade de reutilização e reciclagem dos mesmos.

2.6 Reciclagem

Definição de reciclagem segundo Monteiro et al.:

g) Denomina-se reciclagem a separação de materiais do lixo domiciliar, tais como papéis, plásticos, vidros e metais, com a finalidade de trazê-los de volta à indústria para serem beneficiados. Esses materiais são novamente transformados em produtos comercializáveis no mercado de consumo. (MONTEIRO *et al.*, 2001, pág. 120)

Os resíduos recicláveis que apresentam a possibilidade de sofrer transformação física ou química e serem utilizados na confecção de novos produtos, seja para a mesma finalidade da qual já apresentava ou como matéria prima para diferentes finalidades.

Ainda segundo o autor Monteiro et al. (2001), a reciclagem dos resíduos recicláveis propicia vantagens como a preservação de recursos naturais, já que o processo de reciclagem faz com que menos matéria-prima seja consumida; economia de energia; geração de emprego e renda que podem reduzir a quantidade de resíduos que deverão ser dispostos no solo, em aterros sanitários, conseqüentemente economia de transporte para os municípios (pela redução de material que demanda o aterro), e junto a isso, a conscientização da população para as questões ambientais.

Porém, para um melhor funcionamento, é de vital importância que se implante nas cidades um amplo sistema de coleta seletiva, no qual os recicláveis sejam separados nas residências e coletados pelas municipalidades e encaminhe para uma nova triagem, para que então se inicie o processo de reciclagem.

Assim como Monteiro et al. (2001) e a Secretaria do meio ambiente do Paraná, classifica os materiais potencialmente recicláveis são: papéis, plásticos, vidros, metais e orgânicos.

- **Papéis:** jornais, revistas, caixas, papelão, papel de fax, aparas de papel, folhas de caderno, cartolinas, cartões, rascunhos escritos, envelopes, fotocópias, folhetos. Para fazer o descarte, os papéis devem estar secos, limpos e, se possível, não amassados;
- **Plásticos** – copos, garrafas, tampas, potes de alimentos (margarina), embalagens de produtos de limpeza, frascos, canos e tubos de PVC, sacos e sacolas, baldes, peças de brinquedos. Na hora do descarte, as embalagens devem estar limpas sem resíduos para evitar animais transmissores de doenças próximo ao local de armazenamento;
- **Metal** – latas, tampinhas de garrafas, embalagem de enlatados, canos, ferragens, panelas sem cabo, arames. Quando forem descartados, esses materiais também devem estar limpos e amassados, para diminuir o volume;
- **Vidro** – potes de conservas, copos, cacos, garrafas, tampas, embalagens. Os materiais devem estar limpos para serem encaminhados à reciclagem. Se quebrados, devem ser embalados em jornal;
- **Orgânico** – restos de comida, cascas de frutas, casca de ovo, sacos de chá, borra de café, folhas, flores, aparas de madeira, cinzas. Normalmente, o lixo orgânico é enviado junto com o não reciclável, indo para aterros sanitários;

2.7 Coleta seletiva

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, a coleta seletiva é:

h) A coleta diferenciada de resíduos que foram previamente separados segundo a sua constituição ou composição. Ou seja, resíduos com características similares são selecionados pelo gerador (que pode ser o cidadão, uma empresa ou outra instituição) e disponibilizados para a coleta separadamente. (MMA Brasil, 2018, não pág.)

As principais formas de coleta seletiva no Brasil é a porta a porta e a coleta por Pontos de Entrega Voluntária (PEVs). A coleta seletiva porta a porta acontece através de caminhões coletores que percorrem as residências em dias e horários específicos, não coincidindo com os dias de coleta de lixo normal/convencional. Normalmente esse resíduo é acondicionado em

lixeiros e contêineres distintos. Os pontos de entrega voluntária consistem em locais situados estrategicamente para entrega dos resíduos segregados pela população e posterior coleta pelo poder público.

Segundo a secretaria do Meio Ambiente do Paraná, para que os resultados sejam satisfatórios a coleta seletiva deve estar baseada em um tripé:

- i) Tecnologia: desde a coleta, separação, armazenamento até reciclagem; Mercado: para absorção total dos materiais recuperados; Conscientização: motivar o envolvimento da população no processo. (SMA-PR, 2018, não pag.)

A coleta seletiva deve ser prioridade nas administrações municipais, pois é a única maneira que traz mais eficiência quanto a etapa de separação adequada de diferentes tipos de resíduos, não ocorrendo a mistura de resíduos distintos, já sendo provocado o ato de separar por parte dos próprios cidadãos, viabilizando suas corretas destinações, diminuindo custos de transporte e entrada desnecessária destes resíduos em aterros e também aumentando a eficiência na separação em usinas de triagem. (LEITE, 1995).

2.8 Critérios de análise de investimentos

Segundo Markezan (2006), para a geração de riquezas é necessária a realização de investimentos com intuito de obtenção de retornos lucrativos para o investidor. Para tal, é necessário que esses retornos sejam maiores que os custos de capital empregados, tornando os valores líquidos dos resultados positivos, acrescentando riqueza para o investidor e para os beneficiários do investimento.

Sendo assim, faz-se necessária uma análise que considere os riscos eminentes do investimento, mediante fatores que demonstrem a sua viabilidade. Dentre os critérios utilizados para analisar a viabilidade econômica de um projeto, destaca-se a o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) e a Taxa Interna de Retorno (TIR).

2.8.1 Taxa interna de retorno (TIR)

Para Hoji (2006), a Taxa Interna de Retorno também pode ser chamada de taxa de desconto de fluxo de caixa. A TIR é uma taxa de juros implícita numa série de pagamentos e recebimentos (saídas e entradas, respectivamente), que tem a função de descontar um valor futuro ou aplicar o fator de juros sobre um valor presente, conforme o caso, para trazer ou

levar cada valor do fluxo de caixa para uma data focal. Geralmente, adota-se a data de início da operação – momento zero – como a data focal de comparação dos fluxos de caixa (NETO, 2006). A soma das saídas deve ser igual à soma das entradas, em valor da data focal, para se anularem (HOJI, 2006).

Assim, a TIR obtida pelo projeto pode ser comparada à TMA desejada, para a tomada de decisão de investimento, ou ainda, atribuída como taxa de retorno para o investidor. Se a TIR for maior que a TMA, o investimento será economicamente viável; já se a TIR e a TMA forem iguais, o resultado será indiferente. Ou seja, o projeto não oferece ganho ou prejuízo; já quando a TIR for menor que a TMA, o investimento não é economicamente atrativo. Desta forma, tem-se a equação (2) de TIR:

$$0 = \sum_{t=1}^n FC_t - FC_0 (1+k)^t$$

Sendo FC_0 o investimento realizado no momento zero (R\$); FC_t a entrada ou fluxo de caixa de cada período t (R\$); o k é a TIR (% ao período); n é o período estimado para o projeto.

3 MÉTODO DO TRABALHO

3.1 DESCRIÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

O estudo de caso foi realizado junto a uma empresa que atua como prestadora de serviços da área ambiental e de urbanização compreendendo os serviços de coleta, triagem, compostagem e destino final de resíduos sólidos como ramo principal, a empresa está localizada na cidade de Paraí/RS, que fica a 217km da capital gaúcha (ver Figura 3). A empresa foi fundada em 25 de Julho de 2019, atualmente vem atendendo cerca de 4 municípios do estado do Rio Grande Do Sul que juntos totalizam 144 mil habitantes.

Como ramos secundários na área ambiental a empresa presta serviços de limpeza urbana; como varrição, capina, arborização e paisagismo. Também atuante na área de urbanização e construção realiza obras de pavimentação, construção de praças e avenidas, execução de passeios públicos, obras de artes correntes, drenagem, edificações e terceirização de mão de obra.

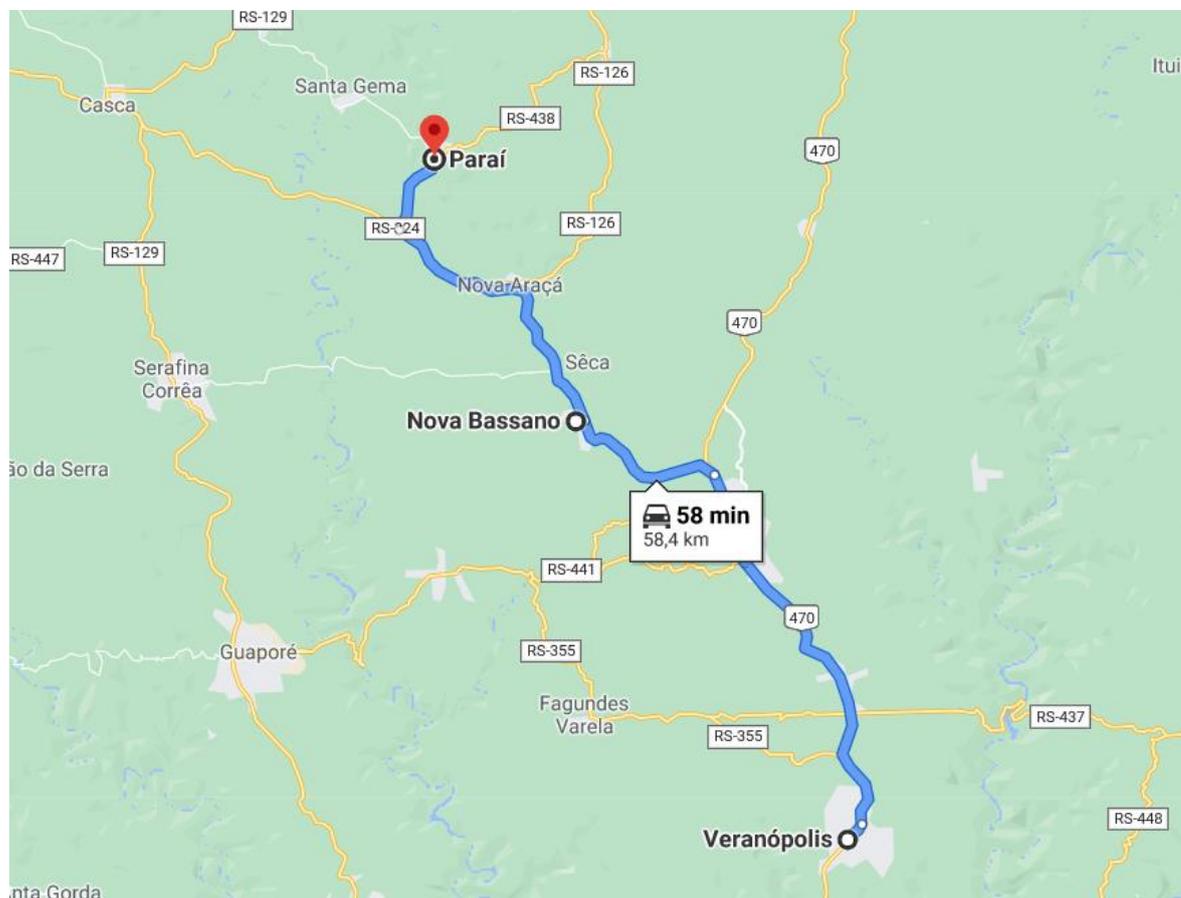
Figura 3 - Município de Paraí no mapa do Rio Grande do Sul



Fonte: Adaptado do IBGE, 2020.

Para a o estudo de caso deste projeto foram escolhidas três cidades, considerando que a empresa será responsável pela coleta e triagem dos resíduos, são elas Paraí, cidade sede da empresa, Nova Bassano e Veranópolis, que juntas totalizam cerca de 30548 habitantes, e detém uma distância de 58,4 km entre elas (ver Figura 4).

Figura 4 – Distância entre as cidades.



Fonte: Adaptado do Google Maps, 2020.

3.2 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

Este trabalho tem como fundamento a pesquisa de caráter exploratória. Segundo Gil (2019) as pesquisas exploratórias têm como propósito proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses. Seu planejamento tende a ser bastante flexível, pois interessa considerar os mais variados aspectos relativos ao fato ou fenômeno estudado.

O método de pesquisa abordado utiliza análises quali-quantitativas. No entanto, mesmo com suas especificidades, os métodos quantitativos e qualitativos não se excluem. De acordo com Creswell (2010), o desenvolvimento e a legitimidade percebida de ambos os

métodos geraram uma popularização da pesquisa de métodos mistos, a qual abrange os pontos fortes tanto da abordagem qualitativa quanto da quantitativa, proporcionando uma maior compreensão dos problemas estudados. Sendo assim, o pesquisador pode valer-se da Luis C. Paschoarelli, Fausto O. Medola, Gabriel H. C. Bonfim. Características Qualitativas, Quantitativas e Quali-quantitativas de Abordagens Científicas 70 2(1), 2015 Revista de Design, Tecnologia e Sociedade possibilidade de explicitar todos os passos da pesquisa e, ao mesmo tempo, pode prevenir a interferência de subjetividades nas conclusões obtidas (NEVES, 1996), aplicadas a um estudo de caso realizado na empresa.

O Estudo de Caso é um método que tem sido bastante utilizado para a geração de conhecimento (EISENHARDT, 1989; YIN, 2010). Desta forma objetiva-se ir de encontro a realidade do mercado atual que o setor apresenta.

3.2.1 Coleta de dados: com base na realidade do setor

Nesta etapa foram elaborados os conceitos para coleta de dados que servem de referência para a análise da implantação e operação da central de triagem.

- 1) Análise geral da atuação da empresa no atual setor?
- 2) Quais as estimativas e eficiências das centrais de triagem?
- 3) Qual a jornada de trabalho de suas equipes, e como são definidos os períodos de trabalho?
- 4) Qual o espaçamento que se consideraria necessário para uma boa distribuição da equipe em uma central, aplicada a esteira e demais equipamentos?
- 5) Quais os valores praticados no mercado para os seguintes itens: Plástico, Papel, Longa Vida, Vidro e Metal? Qual o pior cenário de venda de cada um?
- 6) Qual o custo estimado que a empresa teria na aquisição dos seguintes itens: Pavilhão 900m², Empilhadeira 6t, esteira de 10m, prensa mecânica, carrinho de mão e pá.
- 7) Quais os valores de remuneração indicados pelos dissídios das categorias aplicadas aos funcionários das Centrais de Triagem?
- 8) Visando uma central com está operação estimada para atendimento da região de sede da empresa, quais os valores anuais estimados para os custos operacionais diretos e indiretos aproximadamente?

- 9) Quais parâmetros pela visão da empresa deve-se considerar para definir se uma Central de Triagem é viável ou não??

3.2.2 Coleta de dados: caracterização dos resíduos sólidos

Nesta etapa foram coletados dados secundários para caracterização quali-quantitativa dos resíduos sólidos urbanos gerados pelos municípios que se aplicam a região do estudo de caso, além de estratégias adotadas ou pensadas para o local. Para tal, utilizou-se como fonte de dados:

- Os relatórios coletados em sites reconhecidos nacionalmente: IBGE, SNIS, ABRELPE;
- Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos do Cisga referente aos municípios de Paraí-RS, Nova Bassano-RS e Veranópolis-RS.

Figura 5 - Brasões dos Municípios

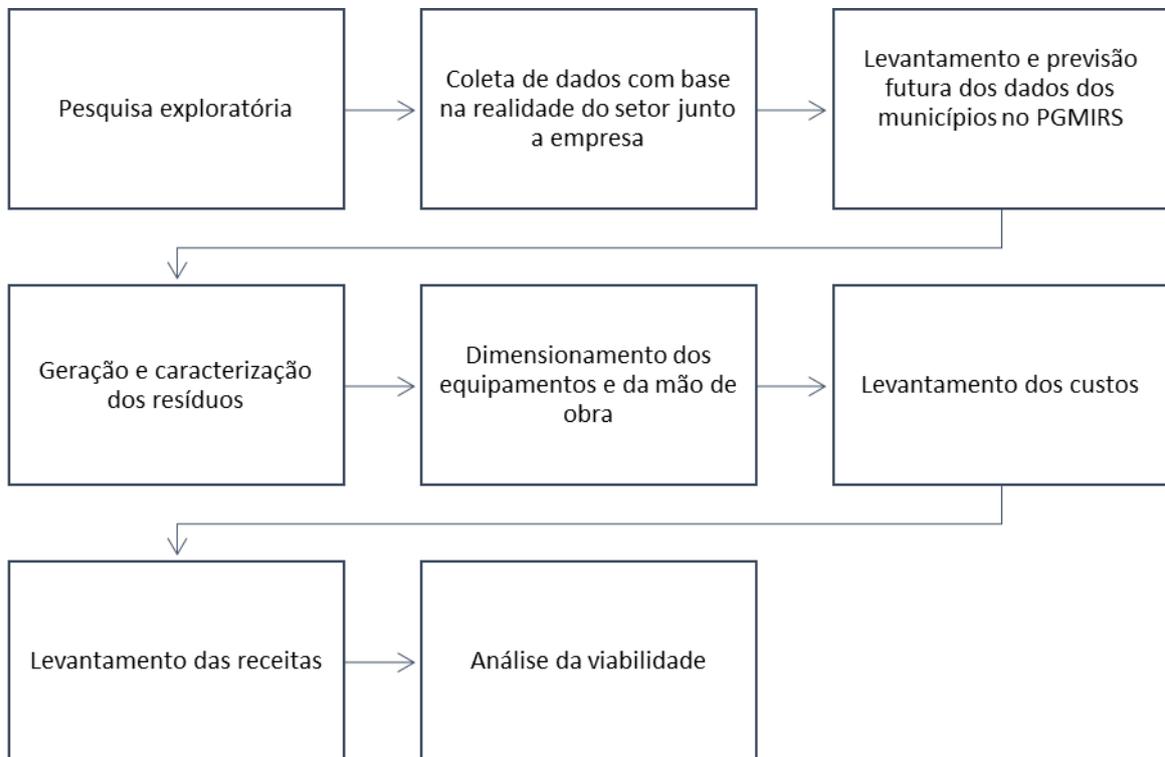


Fonte: Adaptado do Cisga, 2018.

3.3 Levantamento e avaliação dos dados para elaboração de avaliação de viabilidade

Após a coleta dos dados necessários, inicia-se o levantamento dos parâmetros que servirão como fatores de avaliação da viabilidade econômica para a implantação do projeto, nesta etapa inicia-se avaliando a geração dos resíduos gerados, após traça-se parâmetros que objetivarão o dimensionamento da estrutura que será necessária para atender aos municípios, tendo dados levantados e com provisões futuras inicia-se a avaliação das receitas e despesas para um determinado tempo, após traçadas todas as etapas básicas necessárias foi realizada a análise da viabilidade econômica do projeto (Ver Figura 6).

Figura 6 – Organograma demonstrativo da metodologia.



Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste tópico estão apresentados os modelos de cálculos e suas respectivas equações e parâmetros utilizados para realizar as projeções necessárias para a análise deste trabalho de conclusão.

4.1 Modelos de cálculos e equações

4.1.1 Estimativa de geração de resíduos

O modelo matemático para cálculo da estimativa de geração de resíduos sólidos leva em consideração o crescimento populacional, o crescimento de geração de resíduos e a taxa de coleta que o município possui. Este está representado na Equação 1 a seguir.

Eq. 1:

$$G_t = \{P_0 \cdot (1 + y_p)^t\} \cdot \{G_{p0} \cdot (1 + y_{per})^t\} \cdot \{C_t\}$$

Onde:

G_t = geração futura de resíduos, após t anos (kg/dia);

G_0 = geração atual de resíduos (kg/dia);

P_0 = população atual total do município (hab);

G_{p0} = geração per capita atual (kg/hab.dia);

C_t = nível de cobertura da coleta no tempo t considerado (%);

y_p = taxa de crescimento populacional (% a.a.);

y_{per} = taxa de incremento anual da geração per capita (% a.a.);

t = tempo considerado (anos).

4.1.2 Esteira de triagem e quantidade de funcionários

Para operação da esteira determinou-se o número de funcionários necessários para a triagem e o comprimento da esteira. Para isto utilizou-se as seguintes equações.

Eq. 1:

$$Ef_{Triagem/dia} = Ef_{Triagem/hora} \times HT$$

Onde:

$Ef_{Triagem/dia}$ = Eficiência de triagem diária por pessoa (kg/pessoa.dia);

$Ef_{Triagem/hora}$ = Eficiência de triagem por hora e por pessoa (kg/pessoa.h);

HT = Carga horária de trabalho diário (hora).

Eq. 2:

$$N_{funcionários} = \frac{GRS}{Ef_{Triagem/dia}}$$

Onde:

$N_{funcionários}$ = Número de funcionários para a esteira de triagem;

GRS = Geração de Resíduos Sólidos para triagem (kg);

$Ef_{Triagem/dia}$ = Eficiência de triagem diária por pessoa (kg/pessoa.dia).

Eq. 3:

$$C_{esteira} = \frac{N_{funcionários} \times d}{2}$$

Onde:

$C_{esteira}$ = Comprimento da esteira de triagem;

$N_{funcionários}$ = Número de funcionários para a esteira de triagem;

d = Distância entre funcionários dispostos na esteira de triagem (m).

4.1.3 Área de estoque

A área de estoque foi calculada baseado na quantidade de resíduos triados pela Central de triagem e composição dos resíduos reciclados. Como o cálculo usualmente é executado em kg/dia ou ton/dia, adotou-se densidades dos resíduos para poder dimensionar o volume e as áreas de estoque. Foram dimensionadas as áreas de estoque de resíduos soltos (recém triados) e resíduos prensados (após passar por prensa – em fardos). Para tal utiliza-se as densidades do Quadro 1.

Quadro 1 - Considerações sobre densidade de resíduos sólidos recicláveis

Material	Densidade Solto(kg/m ³)	Densidade Prensado(kg/m ³)
Papel	200	800
Papelão	200	800
Embalagem Longa Vida	200	800
Plástico	50	200
Vidros	500	-
Metais	400	1600
Outros	50	200

Fonte: elaborado pelo autor, 2021.

O dimensionamento das áreas de estoque segue as equações a seguir apresentadas.

Eq. 4:

$$G_{RS-15d} = G_{RS} \times t_{armazenamento}$$

Onde:

G_{RS-15d} = Geração de Resíduos Sólidos reciclados durante o período de 15 dias (kg);

G_{RS} = Quantidade de Resíduos Sólidos reciclados gerados pelo município (kg/dia);

$t_{armazenamento}$ = tempo para armazenamento de resíduos sólidos recicláveis na Central.

Eq. 5:

$$V_{RS-15d} = \frac{G_{RS-15}}{\rho_{RS}}$$

Onde:

V_{RS-15d} = Volume Resíduos Sólidos Reciclados (m³);

G_{RS-15d} = Geração de Resíduos Sólidos reciclados durante o período de 15 dias (kg);

ρ_{RS} = Densidade do Resíduo Sólido reciclado solto ou reciclado (kg / m³) – conforme Quadro 13.

Eq. 6:

$$A_{RS-15d} = \frac{V_{RS-15d}}{h_{RS}}$$

Onde:

A_{RS-15d} = Área de Armazenamento de Resíduos Sólidos (m²);

V_{RS-15d} = Volume Resíduos Sólidos Reciclados (m³);

h_{RS} = Altura de Empilhamento de Resíduo Sólido (m) – adotado 2,0 metros para resíduo solto e 3,0 metros para resíduo prensado.

Eq. 7:

$$A_{armazenamento} = \sum A_{RS-15d}$$

Onde:

$A_{armazenamento}$ = Somatório de todas as áreas de armazenamento de resíduos sólidos soltos e prensados (m²);

A_{RS-15d} = Área de Armazenamento de Resíduos Sólidos (m²);

4.2 Análise financeira da operação da central

A análise financeira da Central de Triagem será limitada aos parâmetros indicados pela realidade da empresa, objetivando tornar a avaliação econômica deste trabalho o mais próximo da visão de um investidor do mercado de coleta, triagem e compostagem de resíduos sólidos urbanos, não trazendo para este trabalho as amplas análises teóricas de avaliação financeira que existem considerando diferentes tipos de análise para estimar a viabilidade econômica ou não de um empreendimento.

Este trabalho será limitado em sua análise financeira conforme itens a seguir:

- a) Estimativa de Receita total anual para cada material reciclado, considerando no primeiro ano o menor valor indicado pela empresa com os preços de venda corrigidos a cada ano por uma média do IGP-M dos últimos 12 meses;
- b) Estimativa de Receita total anual;
- c) Estimativa do Custo de Implantação da Central de Triagem;
- d) Estimativa do Custo anual de operação da Central de Triagem, com os valores corrigidos a cada ano por uma média do IGP-M dos últimos 12 meses e os custos com folha de pagamento corrigidos pela média do IPCA considerado para o aumento do salário mínimo de cada ano desde 2004;
- e) Análise de Receitas x Despesas para cada ano;
- f) Análise do retorno de investimento para a empresa, corrigindo os valores de desembolso por uma taxa que será considerada a da poupança ou média do IPCA dos últimos 12 meses, utilizando o maior valor entre eles no momento da análise;
- g) Estimativa de economia para a Prefeitura com a operação da Central de Triagem visando a diminuição de resíduos que serão destinados para o aterro sanitário;
- h) Estimativa de retorno para a prefeitura na possibilidade de implantação do pavilhão, com os valores também corrigidos pela taxa referente a média do IPCA dos últimos 12 meses.

4.3 Resultados

4.3.1 Resultado do levantamento de dados realizado junto a empresa

A seguir apresenta-se os resultados das questões levantadas junto a empresa com base na realidade do setor, que objetivam servir de referência para a projetar o mais próximo possível a análise da implantação e operação da central de triagem. Optou-se por apresentar o questionamento realizado e o relato na íntegra da empresa.

1) Análise geral da atuação da empresa no atual setor?

R: “A empresa atua a aproximadamente 1 ano nas áreas de limpeza urbana, coleta, triagem, compostagem e destinação final de resíduos urbanos não perigosos. Hoje a empresa atende 4 municípios que juntos totalizam cerca de 144 mil habitantes, desenvolvendo os serviços de coleta, transporte e destinação final, coletando cerca de 1400 a 1600 toneladas por mês, e emprega 25 colaboradores.”

2) Quais as estimativas e eficiências das centrais de triagem?

R: “Em média se tem ciência, que as centrais de triagem hoje, possuem índices de eficiências estimados entre 10 e 15% do total de resíduos separados por processo de triagem manual em esteiras. O percentual de eficiência é muito influenciado pelo funcionamento da coleta seletiva no município e a conscientização das comunidades em separar os resíduos para que cheguem de forma mais adequada as esteiras de triagem, quanto melhor a conscientização da comunidade, maiores os índices de aproveitamento podendo chegar a ultrapassar a casa dos 20% de eficiência.”

3) Qual a jornada de trabalho de suas equipes, e como são definidos os períodos de trabalho?

R: “Os funcionários são contratados, e recebem pela jornada de 220 horas mensais, mas os turnos costumam variar pela rota e dia da semana. Porém em média as equipes trabalham cerca de 5,0 a 6,5 horas por dia, podendo variar para mais ou para menos, os períodos são definidos com base na contratação realizado pelo município, onde em um estudo prévio e através de seu PGRS é definido como a empresa contratada e suas equipes deverão executar os serviços, em média se trabalha 26 dias por mês.

- 4) Qual o espaçamento que se consideraria necessário para uma boa distribuição da equipe em uma central, aplicada a esteira e demais equipamentos? Como estabeleceriam a área necessária para a Central?

R: “Nas esteiras consideramos ser necessário um espaçamento de 1 metro entre os trabalhadores, nos demais equipamentos é necessário considerar a área de segurança estabelecida em cada máquina. Quanto a área necessária calcula-se as áreas para estoque dos materiais soltos e prensados com 15 dias de estoque para cada e então aplica-se um percentual de 80% a mais do que a área de estoque para distribuir entre circulação, área de vivência, carga e descarga de materiais, desta forma teremos uma área estimada total para a construção do pavilhão da Central de Triagem.”

- 5) Quais os valores praticados no mercado para os seguintes itens: Plástico, Papel, Longa Vida, Vidro e Metal? Qual o pior cenário de venda de cada um?

R: “Os valores têm variação frequente de acordo com a demanda das empresas e mercado, mas em média os valores conhecidos de venda por tonelada, são:

- Plástico: R\$3.000,00 – R\$3.500,00;*
- Papel: R\$650,00 – R\$700,00;*
- Longa Vida: R\$350,00 – R\$450,00;*
- Vidro: R\$100,00 – R\$110,00;*
- Metal: R\$4.500,00 – R\$5.500,00.”*

- 6) Qual o custo estimado que a empresa teria na aquisição dos seguintes itens: Pavilhão 900m², Empilhadeira 6t, esteira de 10m, prensa mecânica, carrinho de mão e pá.

R: “A pouco tempo fizemos uma cotação para construção de pavilhão com estes mesmos itens e os valores de orçamento foram os seguintes:

- Pavilhão 900m² = R\$300.000,00;*
- 1 Empilhadeira 6t = R\$75.000,00;*
- 1 Esteira de 10m = R\$25.000,00;*
- 1 Prensa Mecânica = R\$50.000,00;*
- 2 Pás = R\$70,00;*
- 2 Carrinhos de Mão = R\$160,00.”*

- 7) Quais os valores de remuneração indicados pelos dissídios das categorias aplicadas aos funcionários das Centrais de Triagem?

R: “A empresa cumpre os valores estabelecidos nos acordos com os sindicatos das categorias, hoje o salário de um trabalhador que atua como separador nas centrais de triagem é de R\$1.257,23, acrescidos de 40% de insalubridade. Além disso consideramos em nossos cálculos encargos sociais de aproximadamente 42%, pois a empresa é enquadrada no simples nacional conforme lei complementar nº 123, de 14 de dezembro de 2006 e orientações e tabelas do Tribunal de Contas do Estado do Rio Grande do Sul.”

- 8) Visando uma central com operação estimada para atendimento da região de sede da empresa, quais os valores anuais estimados para os custos operacionais diretos e indiretos aproximadamente?

R: “Quanto a estes itens a média que teríamos de para operação de uma central de triagem:

EPIs = R\$500,00 por ano para cada funcionário;

Luz = R\$12.000,00 ao ano;

Água = R\$3.000,00 ao ano;

Manutenção = R\$10.000,00 ao ano.”

- 9) Quais parâmetros pela visão da empresa deve-se considerar para definir se uma Central de Triagem é viável ou não?

R: “Primeiramente analisar o volume de resíduos, a política praticada pela gestão dos municípios atendidos, a qualidade de separação por parte dos moradores, a possibilidade da implantação de uma coleta seletiva e o tempo que poderemos operar nas cidades, dentro disso analisamos a busca de mão de obra, calcula-se os custos com pessoal e com os valores praticados de mercado, acrescidos de todos os encargos e custos operacionais da central, após isso estimamos a relação das receitas com as despesas e analisamos o valor com um BDI de 25% e então se torna atrativo para a empresa se o retorno do investimento estiver pelo menos entre 4 e 6 anos. Realizamos as estimativas a cada ano prevendo correção dos valores de venda pela média do IGP-M e dos salários pelas médias do INPC aplicado no salário mínimo a cada ano, além disso também aplicamos uma taxa

relacionada a média do IPCA dos últimos 12 meses ou aplicação da Poupança, depende de qual a maior no período de análise, para cada ano de retorno do investimento para corrigir a perda da aplicação.”

4.4 Análise do PMGIRS

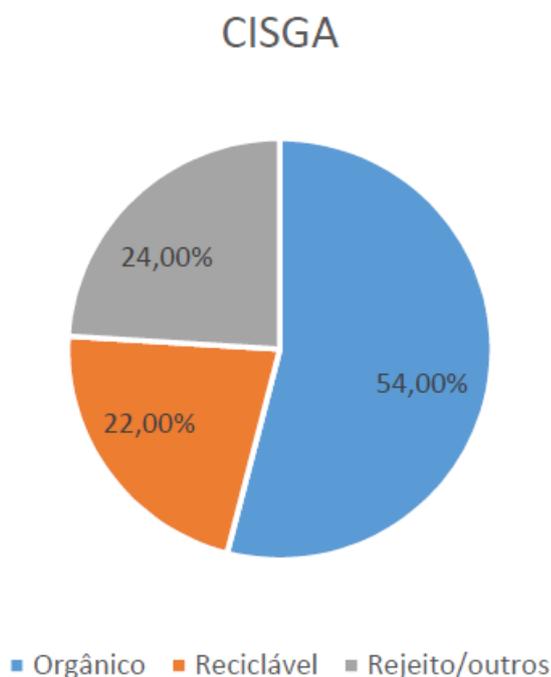
O Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) do Consórcio Intermunicipal de Desenvolvimento Sustentável da Serra Gaúcha, publicado em Julho de 2018, foi elaborado pela empresa Global Engenharia Ambiental Ltda. O Consórcio, é formado pelos Municípios de: Antônio Prado, Bento Gonçalves, Carlos Barbosa, Coronel Pilar, Cotiporã, Fagundes Varela, Garibaldi, Nova Roma do Sul, Nova Bassano, Monte Belo do Sul, Pinto Bandeira, Santa Tereza, São Marcos, Paraí e Veranópolis.

Para este estudo serão consideradas inicialmente as cidades de Paraí, Nova Bassano e Veranópolis, onde estima-se uma distância de 58,3 km entre elas.

Este plano traz estudos detalhados quanto aos aspectos históricos, econômicos e legais dos municípios que são essenciais para elaboração dos levantamentos técnicos que resultam na análise e caracterização da geração de resíduos municipais na sua totalidade. Analisando o dado população, a soma dos habitantes dos Municípios que formam o CISGA é de 260.177 habitantes, para nosso estudo a quantidade total de habitantes que formam as três cidades é de 38462.

Como dados importantes para este estudo, verificou-se no que são considerados no PMGIRS uma Taxa de Crescimento Populacional de 1,139% a.a, uma Geração de Resíduos per capita estimada em 0,732kg/hab.dia, uma taxa de incremento per capita da geração de resíduos que é de 1,4% a.a no seu pior cenário e a caracterização dos resíduos sólidos municipais conforme figura 7 a seguir:

Figura 7 - Caracterização dos Resíduos Sólidos Municipais



Fonte: Adaptado do PMGIRS (2018).

4.4.1 Geração de resíduos sólidos nos municípios

A geração de resíduos ao longo dos anos foi calculada utilizando parâmetros estabelecidos pelo Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos que já estabelece levantamentos e pesquisas junto a dados do IBGE quanto ao crescimento populacional e taxa de incremento anual de geração de resíduos.

Para dar início aos cálculos foi necessário corrigir a estimativa populacional de 2017, ano que foi estabelecido o PMGIRS, até o ano atual de 2020 do qual foi considerado como o ano inicial para a estimativa populacional e de geração de resíduos até o ano de 2040.

A Taxa de Crescimento Populacional utilizada foi a estabelecida pelo PMGIRS de 1,139% ao ano. Já a Taxa de incremento anual da geração per capita foi realizado uma ponderação entre o indicativo da ABRELPE 2017 que foi de 0,8% para a Região Nordeste do País e o pior índice indicado pelo PMGIRS que foi de 1,4%. Desta forma, para realizar os cálculos foi utilizado uma taxa de incremento anual da geração per capita de 1,6% ao ano.

Na Tabela 1 a seguir é demonstrado a correção da projeção populacional e de geração de resíduos do ano de 2017, quando foi estabelecido o PMGIRS, até 2020 que é o ano inicial de projeto.

Tabela 1 - Estimativa populacional e geração de resíduos do ano de 2017 a 2020

Ano	Ano	População (hab)	Geração Per capita (kg/hab dia)
2017 (PMGRS)	atual	38462	0,732
2018	1	38900	0,744
2019	2	39343	0,756
2020	3	39791	0,768

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após a correção populacional e de geração de resíduos até o ano inicial de projeto, foi realizado o cálculo de projeção da geração de resíduos até o ano de 2040, seguindo a equação 01 estabelecida no tópico 4.1.1, onde os parâmetros foram mantidos conforme o PMGIRS. Utilizando-se o parâmetro relacionado a cobertura de coleta 100% da área urbana e 100% da área rural. Desta forma foi o parâmetro adotado no cálculo da geração de resíduos, conforme Tabela 2.

Tabela 2 – Estimativa populacional e geração de resíduos do ano de 2020 a 2040.

GERAÇÃO DE RESÍDUOS					
Ano	Ano	População	Geração Per capita (kg/habxdia)	Cobertura da Coleta (100%)	Massa de RS (kg/dia)
2020	atual	39791	0,768	1	30548
2021	1	40244	0,780	1	31390
2022	2	40703	0,792	1	32256
2023	3	41166	0,805	1	33145
2024	4	41635	0,818	1	34059
2025	5	42110	0,831	1	34998
2026	6	42589	0,844	1	35963
2027	7	43074	0,858	1	36954
2028	8	43565	0,872	1	37973
2029	9	44061	0,886	1	39020
2030	10	44563	0,900	1	40096
2031	11	45071	0,914	1	41202

2032	12	45584	0,929	1	42338
2033	13	46103	0,944	1	43505
2034	14	46628	0,959	1	44705
2035	15	47159	0,974	1	45937
2036	16	47696	0,990	1	47204
2037	17	48240	1,006	1	48505
2038	18	48789	1,022	1	49843
2039	19	49345	1,038	1	51217
2040	20	49907	1,055	1	52629

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

4.4.2 Quantidade triada e número de trabalhadores

Nesta etapa de dimensionamento foi estabelecido os quantitativos a serem triados em três cenários diferentes, 2020 a 2022 (Cenário 1), 2023 a 2030 (Cenário 2) e 2031 a 2040 (Cenário 3). Os cenários foram baseados no PMGIRS do Cisca. A determinação das variáveis e parâmetros do projeto foram obtidos através da coleta de dados realizada com a empresa atuante no segmento, conforme apresentado no item 4.3.3 deste capítulo.

Assim, a jornada de trabalho foi fixada em 8 horas por dia, 26 dias trabalhados por mês considerando que ocorre o funcionamento aos dias de semana e aos sábados conforme constatado no mercado e em entrevista com a empresa. Com base nas informações definiu-se o parâmetro relacionado a eficiência da Central da Triagem, para os 3 cenários da seguinte forma:

- 2020 a 2022: 10%
- 2023 a 2030: 15%
- 2031 a 2040: 20%

Junto a eficiência da central, ainda se obteve, através da coleta dos dados junto a empresa, os indicadores de eficiência de cada trabalhador da esteira de Triagem. Nas centrais que os profissionais da empresa têm visitado, um trabalhador rende entorno de 18 a 22 kg/PessoaXHora.

Além dos dados da empresa, segundo CABRAL A. F. em sua pesquisa do PPG da Unisinos onde analisou parâmetros de eficiência da Central de Triagem do município de Campo Bom/RS, o mesmo chegou a uma produtividade de 21,81kg/PessoaXHora, onde também questiona a utilização do parâmetro teórico de 10 a 15 kg/PessoaXHora sendo indicado como um dado medido em períodos remotos em que a conscientização quanto a

separação dos resíduos era mínima e principalmente quanto a influência da coleta seletiva o que torna os resíduos separados de forma mais eficiente nas centrais de triagem. (CABRAL A. F. 2018).

Através destas análises o parâmetro utilizado para este projeto será de 20kg/PessoaxHora.

Os resultados obtidos para cada Cenário em relação a quantidade de resíduos triada e número de trabalhadores necessários estão relatados na Tabela 03. Calculou-se estas estimativas através das Equações do capítulo 4.1.2.

Tabela 3 - Quantidade triada e número de funcionários necessários de 2020 a 2040

ANO	kg/dia	P.
2020	3054,78	19
2021	4708,51	29
2022	4838,34	30
2023	4971,74	31
2024	5108,82	32
2025	5249,68	33
2026	5394,43	34
2027	5543,17	35
2028	5696,00	36
2029	5853,05	37
2030	8019,25	50
2031	8240,36	52
2032	8467,56	53
2033	8701,03	54
2034	8940,94	56
2035	9187,46	57
2036	9440,78	59
2037	9701,08	61
2038	9968,56	62
2039	10243,42	64
2040	10525,85	66

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

4.4.3 Comprimento das esteiras

Com o número de trabalhadores estabelecido no tópico anterior de acordo com os parâmetros de produtividade da central é necessário estabelecer o comprimento das esteiras que devem ser utilizadas em cada cenário. Para este dimensionamento foi considerado um

espaçamento entre trabalhadores de 1 metro e utilizando os dois lados das esteiras. Este cálculo foi realizado conforme equação 03 do tópico 4.1.3 da metodologia. As estimativas calculadas foram:

- 2020 a 2022: 10 m
- 2023 a 2030: 25 m
- 2030 a 2040: 33 m

Para o estudo de viabilidade financeira a seguir apresentado, foi definido uma esteira de 10m. Assim, para os anos 2020 até 2022.

4.4.7 Áreas de estoque

As áreas de estoque são calculadas conforme o tópico 4.1.3, para estes cálculos foram considerados tempo de estoque para materiais soltos de 15 dias e para materiais já prensados em bags também de 15 dias. É através das áreas de estoque dos materiais que é definido boa parte da área de funcionamento da Central de Triagem para então elaborar um layout aproximado do funcionamento da central. A Tabela 4 demonstrar as áreas necessárias em cada setor

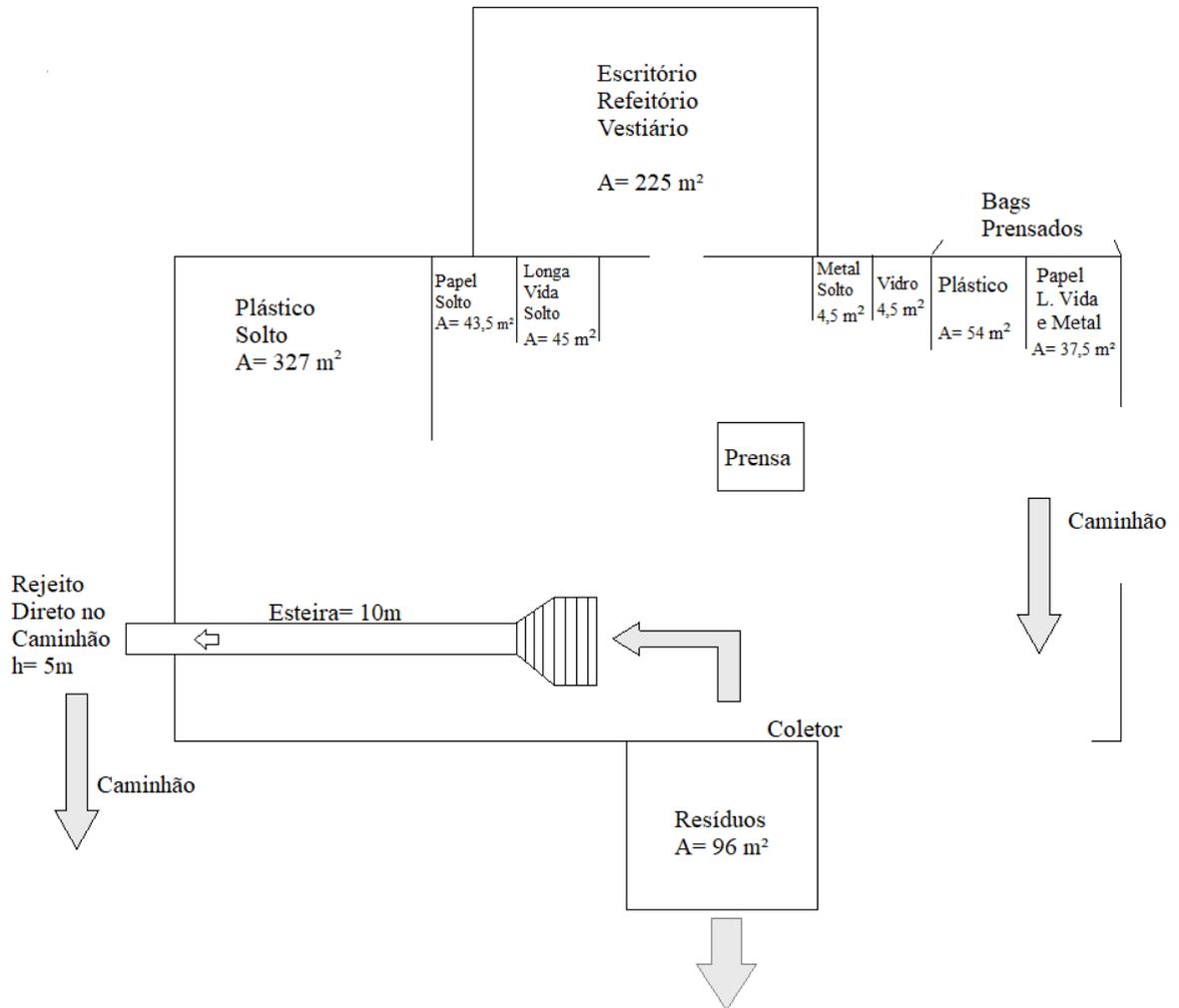
Tabela 4 – Áreas de estoque dos materiais triados soltos e prensados

ÁREA DE ESTOQUE			
MATERIAL	SOLTO	PRENSADO	TOTAL
PLÁSTICO	325,88	54,31	380,19
PAPEL	43,54	7,26	50,79
LONGA VIDA	45,00	7,50	52,50
VIDRO	2,81	0	2,81
METAL	2,80	0,47	3,27
ÁREA TOTAL (m²) =			489,57

Fonte: Desenvolvido pelo autor, 2021.

Para a área total do pavilhão foi considerado, conforme coleta de dados realizada junto aos profissionais da empresa, 80% a mais do que o valor da área de estoque, que seriam áreas correspondentes a circulação, área de vivência, área da esteira e área para carga e descarga de materiais, desta forma se chega a uma área total de aproximadamente 881,21 m², mas o valor considerado para este projeto será arredondado para 900m². Segue na Figura 8 a proposta de layout para a implantação da central, algumas áreas foram aumentadas para circulação e manuseio dos materiais.

Figura 8 – Proposta de layout para a central de triagem



Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

4.5 Previsão de receitas para central de triagem

Nesta etapa do dimensionamento foi realizado a estimativa de receita anual pela venda dos resíduos triados. Os cálculos levaram em consideração a caracterização de resíduos estabelecida pelo PMGIRS. Após a estimativa do quantitativo triado foi aplicado estes parâmetros e proporção para cada tipo de resíduo caracterizado e então foi possível estabelecer a quantidade de resíduos em toneladas a ser vendido em cada ano.

Os preços praticados em cada produto é um item complexo a ser estabelecido de forma precisa no mercado. Assim, para a análise desta pesquisa foi considerado os valores estabelecidos pelo CEMPRE para a cidade de Florianópolis, que é a mais próxima do município estudo de caso, visto que não consta o Rio Grande do Sul nesta referência. Estes

valores foram confrontados com os preços informados pela empresa do ramo de limpeza urbana e gerenciamento de resíduos, conforme entrevista.

Visando trazer a análise para o mais próximo da realidade de mercado ao longo dos anos, os valores de venda de cada produto foram atualizados pelo IGP-M por uma taxa de 6,8% a.a. Esta taxa foi encontrada através da média das taxas acumuladas dos últimos 12 meses fornecidos pelo site Portal Brasil. Considerou-se as taxas mais recentes disponibilizadas, de Setembro de 2019 a Setembro de 2020, conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 – Índices do IGP-M dos últimos 12 meses

Mês/ano	Índice do mês (em %)	Índice acumulado no ano (em %)	Índice acumulado nos últimos 12 meses (em %)	Número índice acumulado a partir de Jan/93
Set/2020	4,34	14,3995	17,9374	2.090,5462
Ago/2020	2,74	9,6411	13,0205	2.003,5904
Jul/2020	2,23	6,7171	9,2693	1.950,1561
Jun/2020	1,56	4,3892	7,3133	1.907,6163
Mai/2020	0,28	2,7857	6,5103	1.878,3146
Abr/2020	0,80	2,4987	6,6908	1.873,0700
Mar/2020	1,24	1,6853	6,8178	1.858,2044
Fev/2020	-0,04	0,4398	6,8389	1.835,4448
Jan/2020	0,48	0,4800	7,8223	1.836,1792
Dez/2019	2,09	7,3179	7,3179	1.827,4077
Nov/2019	0,30	5,1209	3,9856	1.789,9968
Out/2019	0,68	4,8065	3,1665	1.784,6429
Set/2019	-0,01	4,0986	3,3817	1.772,5893

Fonte: Adaptado do site Portal Brasil, 2020.

Após estabelecido este parâmetro de correção para os valores de venda ao longo dos anos então foram finalizados os cálculos estimando a receita total de cada produto triado com suas devidas estimativas de quantidade conforme os parâmetros de projeto. A seguir as tabelas 5 a 9 demonstram a estimativa de receita por tipo de material e a tabela 10 apresenta a estimativa de receita total para cada ano.

4.5.1 Plástico

Para os resíduos de Plástico, utilizou-se um percentual total na caracterização dos Resíduos, conforme PMGIRS (2018), de 20,64%. O valor médio estabelecido para venda inicial por tonelada foi de R\$3.000,00, conforme entrevista com a empresa do mercado e, a taxa de correção do IGPM médio igual a 6,8% a.a. A Tabela 5 apresenta a receita bruta anual deste resíduo.

Tabela 5 - Receita bruta anual com a venda estimada de Plástico

PLÁSTICO			
ANO	TONELADA	PREÇO	RECEITA
2020	196,72	R\$ 3.000,00	R\$ 590.154,30
2021	202,14	R\$ 3.204,00	R\$ 647.663,16
2022	311,57	R\$ 3.421,87	R\$ 1.066.164,13
2023	320,16	R\$ 3.654,56	R\$ 1.170.058,79
2024	328,99	R\$ 3.903,07	R\$ 1.284.077,68
2025	338,06	R\$ 4.168,48	R\$ 1.409.207,40
2026	347,38	R\$ 4.451,93	R\$ 1.546.530,65
2027	356,96	R\$ 4.754,67	R\$ 1.697.235,65
2028	366,80	R\$ 5.077,98	R\$ 1.862.626,44
2029	376,92	R\$ 5.423,29	R\$ 2.044.134,08
2030	387,31	R\$ 5.792,07	R\$ 2.243.329,12
2031	530,65	R\$ 6.185,93	R\$ 3.282.580,21
2032	545,28	R\$ 6.606,57	R\$ 3.602.458,30
2033	560,32	R\$ 7.055,82	R\$ 3.953.507,61
2034	575,77	R\$ 7.535,62	R\$ 4.338.765,66
2035	591,64	R\$ 8.048,04	R\$ 4.761.566,02
2036	607,96	R\$ 8.595,31	R\$ 5.225.567,07
2037	624,72	R\$ 9.179,79	R\$ 5.734.783,70
2038	641,94	R\$ 9.804,01	R\$ 6.293.622,04
2039	659,64	R\$ 10.470,68	R\$ 6.906.917,59
2040	677,83	R\$ 11.182,69	R\$ 7.579.977,04

Fonte: elaborado pelo autor, 2021

4.5.2 Papel

Para os resíduos de Papel, utilizou-se um percentual total na caracterização dos Resíduos, conforme PMGIRS (2018), de 11,03%. O valor médio estabelecido para venda inicial por tonelada foi de R\$650,00, conforme entrevista com a empresa do mercado e, a taxa de correção do IGPM médio igual a 6,8% a.a. A Tabela 6 apresenta a receita bruta anual deste resíduo.

Tabela 6 - Receita bruta anual com a venda estimada de Papel

PAPEL			
ANO	TONELADA	PREÇO	RECEITA
2020	105,13	R\$ 650,00	R\$ 68.331,90
2021	108,02	R\$ 694,20	R\$ 74.990,65
2022	166,50	R\$ 741,41	R\$ 123.447,41
2023	171,10	R\$ 791,82	R\$ 135.477,01
2024	175,81	R\$ 845,67	R\$ 148.678,86
2025	180,66	R\$ 903,17	R\$ 163.167,19
2026	185,64	R\$ 964,59	R\$ 179.067,37
2027	190,76	R\$ 1.030,18	R\$ 196.516,97
2028	196,02	R\$ 1.100,23	R\$ 215.666,99
2029	201,42	R\$ 1.175,05	R\$ 236.683,13
2030	206,98	R\$ 1.254,95	R\$ 259.747,22
2031	283,58	R\$ 1.340,28	R\$ 380.078,47
2032	291,40	R\$ 1.431,42	R\$ 417.116,03
2033	299,43	R\$ 1.528,76	R\$ 457.762,80
2034	307,69	R\$ 1.632,72	R\$ 502.370,48
2035	316,17	R\$ 1.743,74	R\$ 551.325,06
2036	324,89	R\$ 1.862,32	R\$ 605.050,11
2037	333,85	R\$ 1.988,95	R\$ 664.010,53
2038	343,05	R\$ 2.124,20	R\$ 728.716,46
2039	352,51	R\$ 2.268,65	R\$ 799.727,80
2040	362,23	R\$ 2.422,92	R\$ 877.659,00

Fonte: elaborado pelo autor, 2021.

4.5.3 Longa vida

Para os resíduos de embalagem Longa Vida, utilizou-se um percentual total na caracterização dos Resíduos, conforme PMGIRS (2018), de 2,85%. O valor médio estabelecido para venda inicial por tonelada foi de R\$350,00, conforme entrevista com a empresa do mercado e, a taxa de correção do IGPM médio igual a 6,8% a.a. A Tabela 7 apresenta a receita bruta anual deste resíduo.

Tabela 7 - Receita bruta anual com a venda estimada de Embalagem Longa Vida

LONGA VIDA					
ANO	TONELADA	PREÇO		RECEITA	
2020	27,16	R\$	350,00	R\$	9.507,09
2021	27,91	R\$	373,80	R\$	10.433,53
2022	43,02	R\$	399,22	R\$	17.175,37
2023	44,21	R\$	426,37	R\$	18.849,06
2024	45,43	R\$	455,36	R\$	20.685,84
2025	46,68	R\$	486,32	R\$	22.701,62
2026	47,97	R\$	519,39	R\$	24.913,83
2027	49,29	R\$	554,71	R\$	27.341,61
2028	50,65	R\$	592,43	R\$	30.005,97
2029	52,05	R\$	632,72	R\$	32.929,97
2030	53,48	R\$	675,74	R\$	36.138,90
2031	73,27	R\$	721,69	R\$	52.880,71
2032	75,29	R\$	770,77	R\$	58.033,79
2033	77,37	R\$	823,18	R\$	63.689,02
2034	79,50	R\$	879,16	R\$	69.895,33
2035	81,69	R\$	938,94	R\$	76.706,43
2036	83,95	R\$	1.002,79	R\$	84.181,25
2037	86,26	R\$	1.070,98	R\$	92.384,48
2038	88,64	R\$	1.143,80	R\$	101.387,08
2039	91,08	R\$	1.221,58	R\$	111.266,96
2040	93,60	R\$	1.304,65	R\$	122.109,61

Fonte: elaborado pelo autor, 2021.

4.5.4 Vidro

Para os resíduos de Vidro, utilizou-se um percentual total na caracterização dos Resíduos, conforme PMGIRS (2018), de 1,78%. O valor médio estabelecido para venda inicial por tonelada foi de R\$100,00, conforme entrevista com a empresa do mercado e, a taxa de correção do IGPM médio igual a 6,8% a.a. A Tabela 8 apresenta a receita bruta anual deste resíduo.

Tabela 8 - Receita bruta anual com a venda estimada de Vidro

VIDRO			
ANO	TONELADA	PREÇO	RECEITA
2020	16,97	R\$ 100,00	R\$ 1.696,50
2021	17,43	R\$ 106,80	R\$ 1.861,82
2022	26,87	R\$ 114,06	R\$ 3.064,88
2023	27,61	R\$ 121,82	R\$ 3.363,54
2024	28,37	R\$ 130,10	R\$ 3.691,31
2025	29,15	R\$ 138,95	R\$ 4.051,02
2026	29,96	R\$ 148,40	R\$ 4.445,78
2027	30,78	R\$ 158,49	R\$ 4.879,00
2028	31,63	R\$ 169,27	R\$ 5.354,45
2029	32,51	R\$ 180,78	R\$ 5.876,23
2030	33,40	R\$ 193,07	R\$ 6.448,85
2031	45,76	R\$ 206,20	R\$ 9.436,36
2032	47,03	R\$ 220,22	R\$ 10.355,90
2033	48,32	R\$ 235,19	R\$ 11.365,06
2034	49,65	R\$ 251,19	R\$ 12.472,55
2035	51,02	R\$ 268,27	R\$ 13.687,96
2036	52,43	R\$ 286,51	R\$ 15.021,82
2037	53,88	R\$ 305,99	R\$ 16.485,65
2038	55,36	R\$ 326,80	R\$ 18.092,13
2039	56,89	R\$ 349,02	R\$ 19.855,16
2040	58,46	R\$ 372,76	R\$ 21.789,99

Fonte: elaborado pelo autor, 2021.

4.5.5 Metal

Para os resíduos de Metal, utilizou-se um percentual total na caracterização dos Resíduos, conforme PMGIRS (2018), de 1,42%. O valor médio estabelecido para venda inicial por tonelada foi de R\$4.500,00, conforme entrevista com a empresa do mercado e, a taxa de correção do IGPM médio igual a 6,8% a.a. A Tabela 9 apresenta a receita bruta anual deste resíduo.

Tabela 9 - Receita bruta anual com a venda estimada de Metal

METAL			
ANO	TONELADA	PREÇO	RECEITA
2020	13,53	R\$ 4.500,00	R\$ 60.902,55
2021	13,91	R\$ 4.806,00	R\$ 66.837,33
2022	21,44	R\$ 5.132,81	R\$ 110.025,66
2023	22,03	R\$ 5.481,84	R\$ 120.747,35
2024	22,63	R\$ 5.854,60	R\$ 132.513,83
2025	23,26	R\$ 6.252,72	R\$ 145.426,93
2026	23,90	R\$ 6.677,90	R\$ 159.598,37
2027	24,56	R\$ 7.132,00	R\$ 175.150,77
2028	25,24	R\$ 7.616,98	R\$ 192.218,72
2029	25,93	R\$ 8.134,93	R\$ 210.949,88
2030	26,65	R\$ 8.688,10	R\$ 231.506,35
2031	36,51	R\$ 9.278,90	R\$ 338.754,64
2032	37,51	R\$ 9.909,86	R\$ 371.765,32
2033	38,55	R\$ 10.583,73	R\$ 407.992,79
2034	39,61	R\$ 11.303,42	R\$ 447.750,53
2035	40,70	R\$ 12.072,06	R\$ 491.382,54
2036	41,83	R\$ 12.892,96	R\$ 539.266,37
2037	42,98	R\$ 13.769,68	R\$ 591.816,34
2038	44,16	R\$ 14.706,02	R\$ 649.487,16
2039	45,38	R\$ 15.706,03	R\$ 712.777,83
2040	46,63	R\$ 16.774,04	R\$ 782.236,00

Fonte: elaborado pelo autor, 2021.

4.5.6 Receita total

Após as estimativas anuais de receita para cada material, foi estimado a receita total da central de triagem para cada ano, conforme Tabela 10:

Tabela 10 - Receita bruta anual total com a venda estima dos materiais reciclados

RECEITA TOTAL ANUAL	
ANO	VALOR
2020	R\$ 730.592,34
2021	R\$ 801.786,49
2022	R\$ 1.319.877,44
2023	R\$ 1.448.495,74
2024	R\$ 1.589.647,53
2025	R\$ 1.744.554,15
2026	R\$ 1.914.555,99
2027	R\$ 2.101.124,02
2028	R\$ 2.305.872,57
2029	R\$ 2.530.573,28
2030	R\$ 2.777.170,44
2031	R\$ 4.063.730,39
2032	R\$ 4.459.729,35
2033	R\$ 4.894.317,27
2034	R\$ 5.371.254,55
2035	R\$ 5.894.668,01
2036	R\$ 6.469.086,63
2037	R\$ 7.099.480,70
2038	R\$ 7.791.304,87
2039	R\$ 8.550.545,34
2040	R\$ 9.383.771,64

Fonte: elaborado pelo autor, 2021.

4.6 Despesas

Para estimar as despesas relacionadas a Central de Triagem, foram utilizados os valores de mercado fornecidos pela empresa, conforme entrevista do tópico 4.3.1. São estimados a seguir: os custos com folha de pagamento, implantação e operação da Central de Triagem.

4.6.1 Custos com folha de pagamento

Para realizar as estimativas do custo com folha de pagamento foi estabelecido como salário base R\$1.257,23, este dado foi fornecido pela empresa. Conforme coleta de dados, a empresa pratica os valores estabelecidos com o Sindicato dos Separadores que, através de acordo coletivo, estabelecem os salários da categoria. Estes números também foram verificados junto ao site do sindicato nacional.

Além do salário, devido ao tipo de serviço (manuseio de resíduos sólidos), os trabalhadores fazem jus ao adicional de insalubridade grau máximo (40% em cima do salário base), conforme enquadramento da NR 15, Anexo 14, Agentes Biológicos. (Brasil, 1979)

Por se tratar de uma empresa privada é necessário estimar junto ao salário acrescido de insalubridade um percentual de encargos sociais que foi utilizado o parâmetro de 42,00% que é o praticado pela empresa enquadrada no Simples Nacional, mas também é a recomendação do Tribunal de Contas do Estado em situações de licitações públicas, conforme Quadro 2 a seguir.

Quadro 1 – Detalhamento do cálculo que determina o percentual de encargos sociais

2. Composição dos Encargos Sociais		
Código	Descrição	Valor
A1	INSS	0,00%
A2	SESI	0,00%
A3	SENAI	0,00%
A4	INCRA	0,00%
A5	SEBRAE	0,00%
A6	Salário educação	0,00%
A7	Seguro contra acidentes de trabalho	0,00%
A8	FGTS	8,00%
A	SOMA GRUPO A	8,00%
B1	Férias gozadas	0,80%
B2	13º salário	8,33%
B3	Licença Paternidade	1,00%
B4	Faltas justificadas	0,82%
B5	Auxílio acidente de trabalho	0,31%
B6	Auxílio doença	1,67%
B	SOMA GRUPO B	12,93%
C1	Aviso prévio indenizado	5,46%
C2	Férias indenizadas	10,31%
C3	Férias indenizadas s/ aviso previo inden.	0,56%
C4	Depósito rescisão sem justa causa	2,85%

C5	Indenização adicional	0,41%
C	SOMA GRUPO C	19,59%
D1	Reincidência de Grupo A sobre Grupo B	1,03%
D2	Reincidência de FGTS sobre aviso prévio indenizado	0,44%
D	SOMA GRUPO D	1,47%
	SOMA (A+B+C+D)	42,00%

Fonte: Tabela Orientativa do TCE – fornecido pela empresa, 2020.

Após estabelecido o salário base, percentual de insalubridade e encargos sociais foi possível projetar o custo mensal de cada funcionário. Fez-se também a correção do valor ao longo dos anos prevendo uma correção anual do salário base. Para isso foi estabelecido o critério mais utilizado que é referente as correções do Salário Mínimo. Desta forma, foi calculado uma média dos percentuais do INPC de cada aumento de salário mínimo desde 2004, ano em que se iniciou este processo de correção, os percentuais de ganho real foram descartados sendo utilizado apenas a média do INPC na íntegra. Foi utilizado para isso valores conforme a Figura 9 a seguir:

Figura 9 - Histórico de reajustes do salário mínimo

Salário mínimo – de 2004 a 2019

Veja evolução do valor, do reajuste e do aumento real nos último anos

PERÍODO	SALÁRIO MÍNIMO (R\$)	REAJUSTE NOMINAL (%)	INPC (%)	AUMENTO REAL (%)
mai/04	260	-	-	-
mai/05	300	15,38	6,61	8,23
abr/06	350	16,67	3,21	13,04
abr/07	380	8,57	3,30	5,10
mar/08	415	9,21	4,98	4,03
fev/09	465	12,05	5,92	5,79
jan/10	510	9,68	3,45	6,02
jan/11	545	6,86	6,47	0,37
jan/12	622	14,13	6,08	7,59
jan/13	678	9	6,20	2,64
jan/14	724	6,78	5,56	1,16
jan/15	788	8,84	6,23	2,46
jan/16	880	11,68	11,28	0,36
jan/17	937	6,48	6,58	-0,10
jan/18	954	1,81	2,07	-0,25
jan/19	998	4,61	3,43	1,14

Fonte: Adaptado do Caderno de Economia do Portal G1, 2020.

Para realizar a média do valor do INPC foi utilizado o valor 81,37 que é referente ao somatório total da coluna (INPC) da figura 2, dividido pelo período total de 15 reajustes chegando ao valor médio de 5,4%, sendo este o percentual utilizado para corrigir a cada ano a estimativa do salário base dos trabalhadores da Central. Segue a Tabela 12 com os resultados da análise do custo com folha de pagamento a cada ano.

Tabela 2 – Custo com folha de pagamento

CUSTO COM FOLHA DE PAGAMENTO				
ANO	P.	SALÁRIO	Insalub. Enc.	TOTAL
2020	19	R\$ 1.257,23	R\$ 2.499,37	R\$ 620.346,76
2021	29	R\$ 1.325,12	R\$ 2.634,34	R\$ 1.007.810,21
2022	30	R\$ 1.396,68	R\$ 2.776,59	R\$ 1.091.520,07
2023	31	R\$ 1.472,10	R\$ 2.926,53	R\$ 1.182.182,98
2024	32	R\$ 1.551,59	R\$ 3.084,56	R\$ 1.280.376,44
2025	33	R\$ 1.635,38	R\$ 3.251,13	R\$ 1.386.725,97
2026	34	R\$ 1.723,69	R\$ 3.426,69	R\$ 1.501.909,01
2027	35	R\$ 1.816,77	R\$ 3.611,73	R\$ 1.626.659,29
2028	36	R\$ 1.914,87	R\$ 3.806,76	R\$ 1.761.771,46
2029	37	R\$ 2.018,27	R\$ 4.012,33	R\$ 1.908.106,21
2030	50	R\$ 2.127,26	R\$ 4.229,00	R\$ 2.755.460,92
2031	52	R\$ 2.242,13	R\$ 4.457,36	R\$ 2.984.332,65
2032	53	R\$ 2.363,21	R\$ 4.698,06	R\$ 3.232.214,73
2033	54	R\$ 2.490,82	R\$ 4.951,75	R\$ 3.500.686,17
2034	56	R\$ 2.625,33	R\$ 5.219,15	R\$ 3.791.457,16
2035	57	R\$ 2.767,09	R\$ 5.500,98	R\$ 4.106.379,91
2036	59	R\$ 2.916,52	R\$ 5.798,04	R\$ 4.447.460,51
2037	61	R\$ 3.074,01	R\$ 6.111,13	R\$ 4.816.871,66
2038	62	R\$ 3.240,01	R\$ 6.441,13	R\$ 5.216.966,51
2039	64	R\$ 3.414,97	R\$ 6.788,95	R\$ 5.650.293,71
2040	66	R\$ 3.599,37	R\$ 7.155,56	R\$ 6.119.613,55

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

4.6.2. Custos de implantação e operação

Os itens estabelecidos para a implantação seguiram os parâmetros de projeto e indicações da Empresa, visando os itens necessários para se dar início as operações da Central. O valor referente ao terreno de implantação não entrará nesta análise, pois será proposto que ele seja cedido pela prefeitura municipal como contrapartida de incentivo a geração de empregos e renda e solução a redução dos custos com destinação de resíduos ao município, que terá uma diminuição dos resíduos enviados a aterro sanitário. A Tabela 13 apresenta o custo com os itens necessários com valores referentes ao ano atual de 2020.

Já a Tabela 13 apresenta o custo estimado de operação no ano atual:

Tabela 13 – Valores de mercado para itens de implantação da Central de Triagem

CUSTO DE IMPLANTAÇÃO	
Tipo	Valor
Pavilhão 900m ²	R\$ 300.000,00
1 Empilhadeira 6t	R\$ 75.000,00
1 Esteira 10m	R\$ 25.000,00
1 Prensa Mecânica	R\$ 50.000,00
2 Carrinhos de Mão	R\$ 160,00
2 Pás	R\$ 70,00
Total	R\$ 450.230,00

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Tabela 3 - Custos estimados com os itens de operação da Central de Triagem no Ano.

CUSTO INICIAL DE OPERAÇÃO	
Tipo	Valor 1º ANO
Luz	R\$ 14.000,00
Água	R\$ 3.500,00
Manutenção	R\$ 12.500,00
Total	R\$ 30.000,00

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

O custo de operação precisa ser corrigido ao longo dos anos conforme preços de mercado, para isso foi aplicado a mesma média de IGP-M calculada e aplicada no tópico 4.5, aplicando uma taxa de 6,8 % a.a. de reajuste dos valores. A Tabela 15 demonstra os valores corrigidos ao longo dos anos.

Tabela 15 - Custos de operação da central corrigidos pela taxa de 6,8 % a.a.

ANO	CUSTO OPERAÇÃO
2020	R\$ 30.000,00
2021	R\$ 32.040,00
2022	R\$ 34.218,72
2023	R\$ 36.545,59
2024	R\$ 39.030,69
2025	R\$ 41.684,78
2026	R\$ 44.519,35
2027	R\$ 47.546,66
2028	R\$ 50.779,83
2029	R\$ 54.232,86
2030	R\$ 57.920,70
2031	R\$ 61.859,30
2032	R\$ 66.065,74

2033	R\$ 70.558,21
2034	R\$ 75.356,17
2035	R\$ 80.480,38
2036	R\$ 85.953,05
2037	R\$ 91.797,86
2038	R\$ 98.040,11
2039	R\$ 104.706,84
2040	R\$ 106.746,84

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Além destes custos de operação é necessário detalhar os custos quanto a compra de EPIs para os funcionários. Através coleta de dados realizada junto a empresa o custo médio anual com EPIs por funcionário é estimado no ano de 2020 em R\$550,00 por funcionário, este valor deve também ser corrigido pela média calculada do IGP-M de 6,8% a.a. Segue na Tabela 16 os custos com EPIs para cada ano.

Tabela 46 – Estimativa de custo com EPIs por ano

CUSTO COM EPIs			
ANO	PESSOAS	VALOR	TOTAL
2020	19	R\$ 550,00	R\$ 10.500,81
2021	29	R\$ 587,40	R\$ 17.286,12
2022	30	R\$ 636,15	R\$ 19.237,05
2023	31	R\$ 688,95	R\$ 21.408,16
2024	32	R\$ 746,14	R\$ 23.824,30
2025	33	R\$ 808,07	R\$ 26.513,12
2026	34	R\$ 875,14	R\$ 29.505,41
2027	35	R\$ 947,77	R\$ 32.835,42
2028	36	R\$ 1.026,44	R\$ 36.541,25
2029	37	R\$ 1.111,63	R\$ 40.665,32
2030	50	R\$ 1.203,90	R\$ 60.339,78
2031	52	R\$ 1.303,82	R\$ 67.149,77
2032	53	R\$ 1.412,04	R\$ 74.728,35
2033	54	R\$ 1.529,24	R\$ 83.162,24
2034	56	R\$ 1.656,17	R\$ 92.547,99
2035	57	R\$ 1.793,63	R\$ 102.993,03
2036	59	R\$ 1.942,50	R\$ 114.616,90
2037	61	R\$ 2.103,73	R\$ 127.552,65
2038	62	R\$ 2.278,34	R\$ 141.948,33
2039	64	R\$ 2.467,44	R\$ 157.968,72
2040	66	R\$ 2.672,23	R\$ 175.797,19

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

Quanto ao valor de implantação ele será corrigido na etapa da análise do tempo de retorno, onde será aplicada uma taxa de correção conforme média do IPCA junto aos acumulados de cada ano até se chegar ao tempo de retorno do investimento, não sendo necessário realizar sua correção neste tópico.

4.6.3 Custo total

Com as estimativas dos custos com folha de pagamento e operação da Central é possível chegarmos aos valores totais para cada ano, conforme Tabela 17 a seguir.

Tabela 17 – Total dos custos

ANO	Custo Pessoal	Custo Operação	Custo com EPIs	CUSTO TOTAL
2020	R\$ 620.346,76	R\$ 37.500,00	R\$ 10.500,81	R\$ 668.347,57
2021	R\$ 671.873,47	R\$ 40.050,00	R\$ 11.524,08	R\$ 723.447,55
2022	R\$ 1.091.520,07	R\$ 42.773,40	R\$ 19.237,05	R\$ 1.153.530,52
2023	R\$ 1.182.182,98	R\$ 45.681,99	R\$ 21.408,16	R\$ 1.249.273,12
2024	R\$ 1.280.376,44	R\$ 48.788,37	R\$ 23.824,30	R\$ 1.352.989,11
2025	R\$ 1.386.725,97	R\$ 52.105,98	R\$ 26.513,12	R\$ 1.465.345,07
2026	R\$ 1.501.909,01	R\$ 55.649,18	R\$ 29.505,41	R\$ 1.587.063,61
2027	R\$ 1.626.659,29	R\$ 59.433,33	R\$ 32.835,42	R\$ 1.718.928,03
2028	R\$ 1.761.771,46	R\$ 63.474,79	R\$ 36.541,25	R\$ 1.861.787,50
2029	R\$ 1.908.106,21	R\$ 67.791,08	R\$ 40.665,32	R\$ 2.016.562,61
2030	R\$ 2.066.595,69	R\$ 72.400,87	R\$ 45.254,84	R\$ 2.184.251,40
2031	R\$ 2.984.332,65	R\$ 77.324,13	R\$ 67.149,77	R\$ 3.128.806,55
2032	R\$ 3.232.214,73	R\$ 82.582,17	R\$ 74.728,35	R\$ 3.389.525,24
2033	R\$ 3.500.686,17	R\$ 88.197,76	R\$ 83.162,24	R\$ 3.672.046,17
2034	R\$ 3.791.457,16	R\$ 94.195,21	R\$ 92.547,99	R\$ 3.978.200,36
2035	R\$ 4.106.379,91	R\$ 100.600,48	R\$ 102.993,03	R\$ 4.309.973,42
2036	R\$ 4.447.460,51	R\$ 107.441,31	R\$ 114.616,90	R\$ 4.669.518,73
2037	R\$ 4.816.871,66	R\$ 114.747,32	R\$ 127.552,65	R\$ 5.059.171,63
2038	R\$ 5.216.966,51	R\$ 122.550,14	R\$ 141.948,33	R\$ 5.481.464,99
2039	R\$ 5.650.293,71	R\$ 130.883,55	R\$ 157.968,72	R\$ 5.939.145,98
2040	R\$ 6.119.613,55	R\$ 133.433,55	R\$ 175.797,19	R\$ 6.428.844,29

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

4.7 Avaliação da receita e despesa

Com todas as estimativas de Receitas e despesas é possível ser realizado a análise de viabilidade econômica da central, relacionando os valores a cada ano e desta forma realizar a previsão do retorno de investimento e das estimativas de lucro do empreendimento. Segue na Tabela 18 uma análise direta relacionando Receitas x Despesas e seus respectivos resultados para cada ano:

Tabela 18 – Análise de Receita x Despesa

ANO	CUSTO TOTAL	RECEITA	
		TOTAL	ANÁLISE
2020	R\$ 668.347,57	R\$ 730.592,34	R\$ 62.244,77
2021	R\$ 723.447,55	R\$ 801.786,49	R\$ 78.338,93
2022	R\$ 1.153.530,52	R\$ 1.319.877,44	R\$ 166.346,92
2023	R\$ 1.249.273,12	R\$ 1.448.495,74	R\$ 199.222,62
2024	R\$ 1.352.989,11	R\$ 1.589.647,53	R\$ 236.658,42
2025	R\$ 1.465.345,07	R\$ 1.744.554,15	R\$ 279.209,08
2026	R\$ 1.587.063,61	R\$ 1.914.555,99	R\$ 327.492,38
2027	R\$ 1.718.928,03	R\$ 2.101.124,02	R\$ 382.195,98
2028	R\$ 1.861.787,50	R\$ 2.305.872,57	R\$ 444.085,06
2029	R\$ 2.016.562,61	R\$ 2.530.573,28	R\$ 514.010,67
2030	R\$ 2.184.251,40	R\$ 2.777.170,44	R\$ 592.919,04
2031	R\$ 3.128.806,55	R\$ 4.063.730,39	R\$ 934.923,84
2032	R\$ 3.389.525,24	R\$ 4.459.729,35	R\$ 1.070.204,10
2033	R\$ 3.672.046,17	R\$ 4.894.317,27	R\$ 1.222.271,10
2034	R\$ 3.978.200,36	R\$ 5.371.254,55	R\$ 1.393.054,20
2035	R\$ 4.309.973,42	R\$ 5.894.668,01	R\$ 1.584.694,59
2036	R\$ 4.669.518,73	R\$ 6.469.086,63	R\$ 1.799.567,90
2037	R\$ 5.059.171,63	R\$ 7.099.480,70	R\$ 2.040.309,07
2038	R\$ 5.481.464,99	R\$ 7.791.304,87	R\$ 2.309.839,89
2039	R\$ 5.939.145,98	R\$ 8.550.545,34	R\$ 2.611.399,36
2040	R\$ 6.428.844,29	R\$ 9.383.771,64	R\$ 2.954.927,35

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

A Tabela 18 demonstra que a partir do primeiro ano já a central irá apresentar resultados positivos, demonstrando ser autossustentável, com o passar dos anos e consequentemente aumento do faturamento o resultado positivo continua crescendo.

4.8 Retorno do investimento para a empresa

Para realizar a análise do retorno do investimento foi considerado o valor de investimento inicial para implantação da central de triagem e o acumulado do faturamento de cada ano. Junto a isto, após consulta aos dados do Banco Central, foi aplicada uma taxa referente ao acumulado do IPCA para Outubro de 2020 que é de 3,92%, enquanto a taxa de rendimento da poupança no mesmo período ficou estimada em 1,40%, ou seja, a taxa referente ao acumulado do IPCA por estar maior do que a da poupança foi a utilizada para corrigir os valores do investimento a cada ano, conforme método utilizado pela empresa entrevistada. (Banco Central, 2019). É necessário aplicar esta taxa na análise do retorno do

investimento, pois no quesito financeiro os valores terão desvalorização ao longo dos anos se comparado a alguma aplicação financeira.

A análise foi feita de forma acumulativa de ano a ano, somando os valores referentes ao faturamento de um ano para outro, o retorno do investimento ocorreu no ano de 2025, ou seja, o tempo de retorno do investimento foi de 5 anos, conforme mostra a Tabela 19 a seguir.

Tabela 19 - Análise do tempo de retorno do investimento para a empresa com todo o custo de implantação e operação e com correção de 3,92% a.a.

Análise do Retorno de Investimento		
ANO	RECEITA	Retorn. Invest.
2020 (início)	Implantação	-R\$ 450.230,00
2020	R\$ 62.244,77	-R\$ 403.194,25
2021	R\$ 78.338,93	-R\$ 340.903,17
2022	R\$ 166.346,92	-R\$ 183.179,32
2023	R\$ 199.222,62	R\$ 16.835,83
2024	R\$ 236.658,42	R\$ 266.016,87
2025	R\$ 279.209,08	R\$ 572.160,12
2026	R\$ 327.492,38	R\$ 944.095,33
2027	R\$ 382.195,98	R\$ 1.391.810,11
2028	R\$ 444.085,06	R\$ 1.835.895,17

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

4.8.1 Aplicação do índice TIR

Foi aplicado com base na coluna Retorno de investimento o índice TIR para ter uma ideia da qualidade do investimento do empreendimento, na TIR reflete-se um percentual o qual é comparado a Taxa Selic. O resultado encontrado foi de 22%, quando comparado a taxa Selic a qual encontra-se em 5,75% demonstra a total viabilidade que o empreendimento possui, tanto em termos econômicos, quanto sustentáveis.

4.9 Economia para as prefeituras

Com a implantação da central de triagem a quantidade de resíduos destinados ao aterro sanitário será reduzido ao longo dos anos. Desta forma ocorrerá uma economia direta por parte das administrações municipais em seus contratos de coleta de resíduos que contempla os valores pagos quanto a destinação final. Conforme consulta realizada ao Tribunal de Contas do Estado as prefeituras dos municípios analisados pagam em média R\$100,00 por tonelada enviando os resíduos para o aterro de Victor Graeff, em um cenário em que toda a quantidade coletada do município tem sido enviada para o aterro sem qualquer separação e

reaproveitamento. Cabe ressaltar de que esta ação não atende o requisito legal quanto aos objetivos da Lei 12.305/2010, Art 7. (Brasil, 2010)

É necessário existir um incentivo e ação por parte do poder público buscando o atendimento legal e a conscientização ambiental. Desta forma este trabalho propõe que a prefeitura municipal ceda a área para implantação da central, pois além de resolver um problema quanto ao seu gerenciamento de resíduos vai também obter uma significativa economia a cada ano quanto ao custo com a destinação dos resíduos para o aterro sanitário devido ao fato da quantidade de resíduos diminuir.

Foi estimado a cada ano a quantidade de toneladas que deixariam de ir para o aterro sanitário e seu custo, quanto ao preço atual de R\$100,00 por tonelada é necessário corrigir ao longo dos anos então foi aplicado uma taxa de correção dos preços pela média do acumulado dos últimos 12 meses do IGP-M, conforme item 4.5, sendo utilizada uma taxa de 6,8% a.a, seguem resultados na Tabela 20.

Tabela 20 – Economia prefeituras.

Economia Prefeituras			
ANO	Toneladas	Preço	TOTAL
2020	953,09	R\$ 100,00	R\$ 95.309,16
2021	979,37	R\$ 105,00	R\$ 102.833,90
2022	1006,37	R\$ 110,25	R\$ 110.952,72
2023	1551,18	R\$ 115,76	R\$ 179.568,80
2024	1593,95	R\$ 121,55	R\$ 193.745,91
2025	1637,90	R\$ 127,63	R\$ 209.042,31
2026	1683,06	R\$ 134,01	R\$ 225.546,38
2027	1729,47	R\$ 140,71	R\$ 243.353,46
2028	1777,15	R\$ 147,75	R\$ 262.566,42
2029	1826,15	R\$ 155,13	R\$ 283.296,26
2030	2502,01	R\$ 162,89	R\$ 407.550,33
2031	2570,99	R\$ 171,03	R\$ 439.726,77
2032	2641,88	R\$ 179,59	R\$ 474.443,58
2033	2714,72	R\$ 188,56	R\$ 511.901,30
2034	2789,57	R\$ 197,99	R\$ 552.316,35
2035	2866,49	R\$ 207,89	R\$ 595.922,19
2036	2945,52	R\$ 218,29	R\$ 642.970,76
2037	3026,74	R\$ 229,20	R\$ 693.733,85
2038	3110,19	R\$ 240,66	R\$ 748.504,72
2039	3195,95	R\$ 252,70	R\$ 807.599,81
2040	3284,07	R\$ 265,33	R\$ 871.360,50

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021.

5 CONCLUSÃO

5.1 Conclusões do trabalho

O objetivo geral estabelecido para este trabalho de conclusão foi avaliar tecnicamente e economicamente a implantação de uma central de triagem convencional para uma empresa do setor de coleta de resíduos sólidos urbanos e que foi atendido através de objetivos específicos abordados de acordo com os parâmetros teóricos e técnicos propostos nos levantamentos elaborados ao longo das pesquisas e definições da seguinte forma:

- 1) Pré-Dimensionar uma central de triagem manual para uma empresa do setor de coleta de resíduos:

Foi realizado o pré-dimensionamento da Central de Triagem de acordo com as projeções de geração de resíduos de 2020 a 2040, bem como respeitando os parâmetros estabelecidos pelo PMGIRS dos municípios utilizados como base para a avaliação do empreendimento. Dentro do pré-dimensionamento foi estabelecido o número de trabalhadores necessários para cada ano, comprimento da esteira de triagem e áreas necessárias para o estoque dos materiais triados soltos e prensados. Através destes levantamentos se chegou a um pavilhão de 900m² e uma esteira inicial de 10m que atenderá os 02 primeiros anos de trabalho, já as estimativas quanto ao número de trabalhadores varia de forma crescente a cada ano, de 2020 a 2040, começando com 19 trabalhadores no ano de 2020 e chegando a 66 trabalhadores no ano de 2040.

- 2) Avaliar as receitas potenciais da Central de Triagem e os custos envolvidos na implantação e operação desta:

As receitas foram estimadas de acordo com a quantidade e tipo de cada material, as mesmas se mostraram interessantes ao longo do tempo sendo de R\$ 730.592,34 no ano de 2020 e chegando a uma estimativa de R\$ 9.383.771,64 no ano de 2040. Já os custos que foram estabelecidos de acordo com parâmetros de mercado demonstraram uma estimativa quanto à implantação da Central de R\$ 450.230,00 e os custos totais que englobam folha de

pagamento, operação e custo com EPIs ficou estimado para 2020 em R\$ 668.347,57 chegando em 2040 no valor de R\$ 6.428.844,29.

- 3) Estimar o retorno do investimento de implantação do projeto dentro de seus parâmetros de avaliação praticados no mercado.

O retorno de investimento foi analisado com base na proposta da prefeitura realiza a cedência do terreno e a empresa realiza todo o investimento de implantação e operação da central chegando em um tempo de retorno de 5 anos, este cenário é indicado como o ideal para a viabilidade econômica do empreendimento, visto que o tempo de retorno de 5 anos fica dentro dos critérios indicados por uma empresa de mercado e o benefício econômico para a prefeitura fica comprovado diante da comparação do que a mesma deixará de pagar ao longo dos anos destinando menor quantidade de resíduos para aterro sanitário.

Diante dos objetivos atendidos esse estudo conclui pela viabilidade técnica e econômica da implantação de uma central de triagem para uma empresa do setor de coleta de resíduos, o mesmo apresentou dentro de suas estimativas ser viável economicamente tanto para a empresa privada quanto para o poder público. Contudo, não basta nesta conclusão se deter apenas a critérios econômicos visto que é de suma importância que o poder público municipal cumpra a lei 12.305/2010, melhore o gerenciamento de resíduos do município, realize procedimentos de triagem dos seus resíduos diminuindo as quantidades enviadas para aterro sanitário e promovendo a reutilização da matéria prima, atue ampliando a conscientização da população quanto a sua maneira de gerenciar seus resíduos, desta forma promovendo a melhoria da eficiência na central de triagem. Além destes avanços é importante salientar a geração de emprego e renda que será realizada pela implantação e operação da central promovendo outro dever do poder público municipal que é de ampliar seu desenvolvimento econômico e social.

5.2 Recomendações para trabalhos futuros

- Estudo quanto a implantação de uma Central de Compostagem na empresa. Visando reutilizar além dos resíduos secos os orgânicos, que através de procedimentos de

compostagem é possível produzir adubos que podem inclusive vir a serem utilizados nas lavouras do município.

- Realizar melhor caracterização dos resíduos municipais verificando e atualizando os dados propostos pelo PMGIRS bem como demais parâmetros estabelecidos pelo mesmo.
- Realizar estudo de implementação de uma central de triagem para atender aos municípios do consórcio intermunicipal de desenvolvimento da Serra Gaúcha, concentrando a triagem destes resíduos em uma única central de triagem.
- Desenvolver estudos de reaproveitamento energético e reindustrialização dos resíduos sólidos recicláveis.

REFERÊNCIAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10.004: Resíduos sólidos – classificação**. Rio de Janeiro, 2004
- ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2016**. São Paulo: ABRELPE, 2017.
- ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2015**. São Paulo: ABRELPE, 2016.
- ABREU, M. J. **GESTÃO COMUNITÁRIA DE RESÍDUOS ORGÂNICOS: o caso do Projeto Revolução dos Baldinhos (PRB), Capital Social e Agricultura Urbana**. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2013.
- ALCÂNTARA, Perboyre. **Avaliação da influência da composição de resíduos sólidos urbanos no comportamento de aterros simulados**. 2007. 364 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007. Disponível em: <http://www.repositorio.ufpe.br/bitstream/handle/123456789/5397/arquivo6780_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 15 maio. 2018.
- AMORIN, L.; KUHN, M.; BLANK, V.; GOUVEIA, N. **Saúde Ambiental nas Cidades**. 1ª Conferência Nacional de Saúde Ambiental. GT Saúde e Ambiente ABRASCO – 2009.
- Banco Central do Brasil. **Índices de Economia Nacional: Poupança, INPC e IPCA**. Disponível em <<https://www.bcb.gov.br/>>.
- BIDONE, fr; POVINELLI, J. **Conceitos básicos de resíduos sólidos**. São Carlos: EESC-USP, 1999.
- CABRAL A. F. Estudo da eficiência e das condições de trabalho da atividade de triagem de resíduos sólidos urbanos da central de resíduos do município de campo bom/RS. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Unisinos, São Leopoldo. 2018.
- CALDERAN, T. B. **Consórcio público Intermunicipal de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Domésticos: um estudo de caso**. 223 f.: Dissertação (Mestrado). Centro Universitário UNIVATES - Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Desenvolvimento. Lajeado (RS), 2013.
- CALDERONINI, Sabetai. **Os bilhões perdidos no lixo**. São Paulo; Ed. Humanistas, 1997.BRASIL. Senado Federal. Agenda 21 Conferência das Nações Unidas sobre o meio ambiente.
- CAVINATTO, Vilma; RODRIGUES, Francisco. **Lixo: de onde vem? Para onde vai?** 2. ed. São Paulo: Moderna, 2010.
- CEMPRE – **Compromisso Empresarial para a Reciclagem**. Pesquisa Ciclosoft 2016. Disponível em <<http://www.cempre.org.br/ciclosoft/id/8>>.

CRESWELL, J. W. Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

Consórcio Intermunicipal de Desenvolvimento Sustentável da Serra Gaúcha (CISGA), **Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos - CISGA/RS**. Disponível em:

<<http://www.cisga.com.br/fotos/educacao/arquivos/419f8ec37001d1f19794fda21d37dc26.pdf>>

COSTA, B. S.; RIBEIRO, J. C. J. **Gestão e gerenciamento de resíduos sólidos: direitos e deveres**. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2013.

DA CRUZ, Daiane Santos. **Gestão integrada de resíduos sólidos: uma breve análise da situação dos resíduos sólidos urbanos no Brasil**. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Gestão Ambiental. UNIPAMPA. São Gabriel, 2013.

FOLLETTTO, F.A. Uso de Geotecnologias para Avaliação de Áreas Aptas à Disposição Final de Resíduos Sólidos Urbanos na Bacia Hidrográfica Rio dos Sinos. São Leopoldo, 2016. 169f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Unisinos, São Leopoldo. 2016.

HEMPE, Cléa; NOGUEIRA, Jorge Orlando Cuellar. Revista Eletrônica em Gestão, **Educação e Tecnologia Ambiental** REGET/UFSM (e-ISSN: 2236-1170), v(5), n°5, p. 682 - 695, 2012.

HOJI, Masakazu. Administração Financeira: uma abordagem pratica. 5ª ed. São Paulo: ATLAS, 2006.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Atlas do Censo Demográfico 2010. Disponível em:<<http://censo2010.ibge.gov.br/apps/atlas/>>

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – Ipea. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Urbanos - Relatório de Pesquisa**. Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. Brasília, 2012.

JACOBI, Pedro Roberto; BESEN, Gina Rizpah. **Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade**. Revista Estudos Avançados. São Paulo, vol.25 no.71 Jan./Apr. 2011.

JESUS Willian Ferraz. Caracterização das Formas de Destinação Final Impostas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos e Identificação de seus Principais Aspectos e Potenciais Impactos. 29f. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Engenharia Ambiental. UTFPr. Londrina, 2013.

MARQUEZAN, L. H. F. Análise de Investimentos. Revista Eletrônica de Contabilidade Curso de Ciências Contábeis, Santa Maria, v.3, n.1 jan-jun. 2006. Disponível em: Acesso em: 21 de Setembro de 2020.

MONTEIRO, J. H. P. et al. **Manual de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Administração Municipal, 2001.

NAIME, R. Gestão de resíduos sólidos, uma abordagem prática. Feevale. Novo Hamburgo, 2005.

NETO, A. A. Matemática Financeira e Suas Aplicações. 9ª ed. São Paulo: ATLAS, p.448, 2006.

OMS – Organização Mundial da Saúde. The World Health Report 2007 – A safer future: global public health security in the 21st. century.

PHILIPPI JR., A. Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Barueri, SP: Manole, 2005.

PNRS - **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Lei nº 12.305. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>.

TOMAZ, Marinês de Pauli; Ramos, Flávio. A coleta seletiva remunerada de resíduos domésticos: um modelo de sustentabilidade ambiental e econômica para os municípios brasileiros. Revista Brasileira de Tecnologias Sociais, v.1, n.1.p25-32. 2012.

ZANETTE, P. H. O. Compostagem dos Resíduos Orgânicos do Restaurante Universitário do Campus 2 da USP São Carlos – Balanço do funcionamento inicial e propostas de melhorias. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos, 2015.