

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO ELÉTRICA

Samuel Lopes Duarte

ANÁLISE DOS CUSTOS NA COLETA CONVENCIONAL DE RESÍDUOS DO
MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS

Florianópolis

2023

Samuel Lopes Duarte

**Análise dos custos na coleta convencional de resíduos do município de
Florianópolis**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Engenharia de Produção Elétrica do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica, habilitação em Engenharia de Produção.

Orientador(a): Prof. Rogério Feroldi Miorando

Florianópolis

2023

Duarte, Samuel Lopes

Análise dos custos na coleta convencional de resíduos do município de Florianópolis / Samuel Lopes Duarte ; orientador, Rogério Feroldi Miorando, 2023.

69 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Graduação em Engenharia de Produção Elétrica, Florianópolis, 2023.

Inclui referências.

1. Engenharia de Produção Elétrica. 2. Resíduos sólidos. 3. Coleta de resíduos urbanos. 4. Análise de custos. I. Miorando, Rogério Feroldi. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia de Produção Elétrica. III. Título.

Samuel Lopes Duarte

Análise dos custos na coleta convencional de resíduos do município de Florianópolis

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de Engenheiro Eletricista e aprovado em sua forma final pelo Curso Engenharia de Produção Elétrica.

Florianópolis, 05 de dezembro de 2023.



Coordenação do Curso

Banca examinadora



Prof. Rogério Feroldi Miorando, Dr.

Orientador

Prof. Glauco Garcia Martins Pereira da Silva, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Ricardo Villarroel Dávalos, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer profundamente aos meus pais que sempre me proporcionaram muito amor, apoio e me incentivaram em todas as minhas escolhas ao longo da minha vida. Com certeza vocês são os principais responsáveis pelo meu sucesso e pelo homem que me tornei, amo muito vocês!

Além disso, não poderia esquecer de familiares e amigos que acompanharam a minha caminhada ao longo do meu período universitário e nunca deixaram de me encorajar e apoiar nos bons e maus momentos, aos quais expresso a minha extrema gratidão.

Por fim, queria deixar o meu agradecimento a todos os professores e colaboradores da UFSC que, mesmo que por um breve momento, fizeram parte da minha trajetória dentro da universidade, colaborando para que eu conseguisse concluir a minha graduação.

RESUMO

A coleta de resíduos desempenha um papel importante diante do aumento expressivo na geração de lixo, tanto no Brasil quanto globalmente. Esse crescimento, ligado não apenas ao aumento populacional, mas também ao consumo crescente vinculado ao PIB, destaca a importância de um gerenciamento eficiente dos resíduos. No Brasil, a esfera municipal é a responsável pela coleta, tratamento e destinação desses resíduos, o que reforça a importância de identificar e analisar os custos associados a eles. Nesse contexto, o presente trabalho apresenta uma análise de custos dos roteiros de coleta convencional de resíduos da empresa Comcap em Florianópolis – SC. Foram utilizados dados de coletas dos anos de 2022 e 2023 para identificar os custos por tonelada de resíduo. Após o levantamento dos custos, realizou-se uma análise dos roteiros com maior custo por tonelada de resíduo coletada, investigando as possíveis causas deste alto custo e, sugerindo soluções para sua redução. As principais soluções encontradas para melhorar o custo dos roteiros em análise foram: (i) diminuição no número médio de garis por coleta e (ii) redução na frequência de coleta de alguns roteiros. A análise de cenários realizada apontou uma redução potencial média dos custos por tonelada de 16% com relação ao cenário inicial, gerando uma economia anual de R\$305.205,69.

Palavras-chave: resíduos sólidos; coleta de resíduos urbanos; análise de custos

ABSTRACT

Waste collection plays an important role given the significant increase in waste generation, both in Brazil and globally. This growth, linked not only to population growth but also to increasing consumption linked to GDP, emphasizes the importance of efficient waste management. In Brazil, the municipal level is responsible for the collection, treatment and disposal of this waste, which reinforces the importance of identifying and analyzing the costs associated with it. In this context, this study presents a cost analysis of the conventional waste collection routes of the Comcap company in Florianópolis - SC. Data from collections in 2022 and 2023 was used to identify the costs per ton of waste. After gathering the costs, an analysis was made of the routes with the highest cost per ton of waste collected, investigating the probable causes of those high costs and suggesting solutions to reduce it. The main solutions found to improve the cost of the routes under analysis were: (i) reducing the average number of garbage collectors per collection and (ii) decreasing the collection frequency of some routes. The scenario analysis conducted showed a potential average reduction in costs per ton of 16% compared to the initial scenario generating annual savings of R\$305.205,69.

Keywords: solid waste; urban waste collection; cost analysis

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Cobertura de coleta de resíduos por região	17
Figura 2 - Disposição final de RSU no Brasil em 2019 (T/ano)	18
Figura 3 – Disposição final de RSU no Brasil em 2022 (T/ano)	18
Figura 4 – Disposição final de RSU no Brasil, por tipo de destinação (T/ano)	19
Figura 5 – Distribuição dos RSU por tipo de resíduo	20
Figura 6 – Distribuição dos municípios com iniciativa de coleta seletiva em 2022....	21
Figura 7 – Classificação por Variabilidade	23
Figura 8 - Custeio por Absorção na Manufatura	25
Figura 9 - Custeio por Absorção em Serviços	25
Figura 10 – Custeio Variável	26
Figura 11 – Custeio ABC	27
Figura 12 – Ponto de Equilíbrio	27
Figura 13 – Etapas da Pesquisa	29
Figura 14 – Relatório Acompanhamento de Roteiro	34
Figura 15 – Relatório por Roteiro - Analítico	34
Figura 16 - Mapa de Coletas Convencional	35
Figura 17 - Roteiros Sul-Matutino	36
Figura 18 – Exemplo da planilha com os dados tratados	37
Figura 19 – Soma dos resíduos coletados por mês no período analisado	39
Figura 20 – Soma dos resíduos coletados por mês nos últimos anos	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Disposição final de RSU no Brasil por regiões em 2022	19
Tabela 2 - Preço médio do diesel em Santa Catarina	42
Tabela 3 - Custo total por funcionário	44
Tabela 4 - Custo por hora dos funcionários	44
Tabela 5 - Os 10 roteiros com menor custo de coleta	46
Tabela 6 - Os 10 roteiros com maior custo de coleta	46
Tabela 7 - Custo de coleta por tonelada por região	47
Tabela 8 – Comparação entre a média de parâmetros para as regiões	47
Tabela 9 – Demais roteiros selecionados	48
Tabela 10 - Roteiros selecionados	49
Tabela 11 - Utilização média por roteiro	50
Tabela 12 – Análise das coletas do roteiro S24V	51
Tabela 13 – Análise das coletas do roteiro S24V com as alterações	52
Tabela 14 – Análise das coletas do roteiro CS5M	53
Tabela 15 – Análise das coletas do roteiro CS5M com as alterações	53
Tabela 16 – Análise das coletas do roteiro SS9M	54
Tabela 17 – Análise das coletas do roteiro SS9M com as alterações	55
Tabela 18 – Análise das coletas do roteiro S1M	56
Tabela 19 – Análise das coletas do roteiro CS3M	56
Tabela 20 – Análise das coletas do roteiro S1M com as alterações	57
Tabela 21 – Análise das coletas do roteiro CS3M com as alterações	57
Tabela 22 – Percentual de coletas por quantidade de garis	58
Tabela 23 – Tempo médio de coleta por quantidade de garis	59
Tabela 24 – Quantidade média de resíduo coletado por quantidade de garis	60
Tabela 25 – Análise de cenários para os ajustes da frequência de coleta	61
Tabela 26 – Análise de cenários para os ajustes no número de garis	62
Tabela 27 – Resumo da análise de cenários	63
Tabela 28 – Economia anual da Comcap	64

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA	11
1.2	OBJETIVOS	12
1.2.1	Objetivo geral	12
1.2.2	Objetivos específicos	12
1.3	LIMITAÇÕES E DELIMITAÇÕES	12
1.4	ESTRUTURA DO TRABALHO	13
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1	RESÍDUOS SÓLIDOS	14
2.1.1	Disposição final dos resíduos sólidos	15
2.1.2	Distribuição dos resíduos sólidos no Brasil	16
2.2	TIPOS DE COLETA	20
2.3	CONTABILIDADE GERENCIAL.....	21
2.3.1	Gastos	21
2.3.2	Custos	22
<i>2.3.2.1</i>	<i>Classificação dos Custos</i>	<i>22</i>
2.3.3	Despesas	24
2.3.4	Princípios de Custeio	24
<i>2.3.4.1</i>	<i>Custeio por absorção</i>	<i>24</i>
<i>2.3.4.2</i>	<i>Custeio variável</i>	<i>26</i>
<i>2.3.4.3</i>	<i>Custeio ABC</i>	<i>26</i>
2.3.5	Ponto de Equilíbrio	27
3	METODOLOGIA	28
3.1	CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	28
3.2	ETAPAS DE PESQUISA.....	28
4	ESTUDO DE CASO	33
4.1	APRESENTAÇÃO DA EMPRESA	33
4.2	ETAPA 1	33
4.2.1	Base de Dados	33
4.2.2	Tratamento dos Dados	36
4.2.3	Período de Análise	39
<i>4.2.3.1</i>	<i>Comparação dos Dados Pré-COVID e Pós-COVID</i>	<i>39</i>

4.2.3.2	<i>Dados selecionados</i>	40
4.3	ETAPA 2	41
4.3.1	Custo de combustível	42
4.3.2	Custo de mão de obra	43
4.3.3	Custo por tonelada	44
4.4	ETAPA 3	45
4.5	ETAPA 4	48
4.5.1	Ocupação do veículo	49
4.5.1.1	<i>Roteiro S24V</i>	51
4.5.1.2	<i>Roteiro CS5M</i>	52
4.5.1.3	<i>Roteiro SS9M</i>	54
4.5.1.4	<i>Roteiros S1M e CS3M</i>	56
4.5.2	Número de garis	58
4.6	ETAPA 5	61
4.6.1	Análise de cenários com ajustes na frequência de coleta	61
4.6.2	Análise de cenários com ajustes no número de garis	62
4.6.3	Resumo da análise de cenários	63
5	CONCLUSÃO	65
	REFERÊNCIAS	67

1. INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA

A coleta de resíduos é uma atividade inerente às sociedades e vem adquirindo cada vez mais importância nos últimos anos, principalmente com o aumento na quantidade de lixo produzida, conforme mostra um estudo da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE (2022), que destaca um aumento de 22% na geração de resíduos urbanos no país entre 2010 e 2022. Tal cenário também pode ser observado no âmbito global visto que essa geração de lixo tende a crescer em 70% entre 2016 e 2050, segundo previsões realizadas pela International Solid Waste Association - ISWA (ISWA, 2018).

Apesar do crescimento populacional ser uma causa desse aumento, não é a única, já que a geração de resíduos *per capita* no país cresceu em 10%, passando de 348 kg/ano para 381, entre 2010 e 2022, segundo estudo da ABRELPE (2022). Outro fator para essa maior geração de resíduos é o aumento do consumo que está diretamente relacionado com o aumento do PIB, conforme mostram estudos como os da ABRELPE e ISWA.

No Brasil, a responsabilidade pela coleta, tratamento e destinação dos resíduos é da esfera municipal, que em muitas cidades realiza a própria coleta por meio de autarquias (100% públicas) ou pode terceirizar a coleta com empresas privadas. Para que seja possível custear esses serviços de coleta, a população paga a chamada “taxa do lixo” que se trata de um imposto municipal obrigatório que tem como base de cálculo, principalmente, a área do imóvel.

Contudo, para uma correta e mais eficiente determinação do valor cobrado para esse tributo relacionado ao lixo, é necessário que os custos para a realização das coletas sejam bem identificados e conhecidos, para evitar potenciais déficits no serviço e uma consequente ineficiência. Isso é ainda mais importante para as autarquias públicas que realizam esse serviço, pois dependem desse equilíbrio entre receitas (taxa do lixo) e as despesas (todos os custos fixos e variáveis para realizar a coleta) para conseguir suprir toda a demanda e manter a cidade limpa.

Dessa forma faz-se importante a determinação desses custos por tonelada de resíduo coletada, para que seja possível identificar pontos críticos na coleta e, com isso, encontrar soluções de melhoria visando a redução dos custos, melhorando a eficiência do serviço.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

O presente trabalho tem como objetivo geral realizar uma análise dos custos na coleta convencional de resíduos do município de Florianópolis.

1.2.2 Objetivos específicos

Visando atingir o objetivo geral, os seguintes objetivos específicos serão tratados:

- a) identificar os roteiros de coleta convencional de resíduos na ilha de Florianópolis;
- b) identificar os custos envolvidos na coleta de resíduos para cada roteiro;
- c) calcular o custo de coleta para cada roteiro;
- d) identificar os problemas que afetam os roteiros com maiores custos de coleta;
- e) propor soluções de melhorias para os roteiros com os maiores custos de coleta, melhorando a viabilidade deles.

1.3 LIMITAÇÕES E DELIMITAÇÕES

O estudo deste trabalho está limitado a coleta de resíduos convencionais dentro da ilha de Florianópolis. Os resíduos relacionados a coleta seletiva (plástico, vidro, papel, etc), assim como a coleta nos bairros que se localizam fora da ilha, não fazem parte do escopo do trabalho.

O estudo enfrentou também uma limitação na análise da abrangência geográfica de cada um dos roteiros, uma vez que não foi possível identificar como

ocorre a ordem de coleta dentro dos roteiros, impossibilitando ajustes dentro dos roteiros em estudo.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho conta com uma estrutura composta por 5 capítulos. O Capítulo 1 tem como propósito introduzir e justificar o tema do estudo, além de apresentar o objetivo geral e os específicos e, por fim, comentar sobre quais foram as delimitações estabelecidas e as limitações encontradas.

O Capítulo 2 refere-se à fundamentação teórica, onde são abordados os principais conceitos necessários para o desenvolvimento do trabalho. Esse capítulo foi construído baseado nos temas relacionados ao gerenciamento dos resíduos sólidos, aos métodos de custeio e as classificações de custos.

O Terceiro capítulo corresponde aos procedimentos metodológicos que foram adotados para realizar este trabalho. É neste capítulo onde todas as etapas da pesquisa são apresentadas, detalhadas e justificadas.

O Capítulo 4 é destinado a apresentar os resultados obtidos no estudo de caso realizado, no qual foram aplicados os procedimentos metodológicos apresentados no capítulo anterior. O resultado do estudo é mostrado na última etapa, onde é realizada a análise de cenários.

O último capítulo tem como objetivo enunciar as considerações finais do trabalho desenvolvido, destacando os principais resultados e contribuições, além de apresentar sugestões de trabalhos futuros.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste tópico serão apresentados os principais conceitos relacionados ao gerenciamento de resíduos sólidos e aos métodos de custeio para permitir uma melhor compreensão acerca dos principais temas abordados ao longo do trabalho.

2.1 RESÍDUOS SÓLIDOS

Segundo a NBR 10004 da ABNT (2004), os resíduos sólidos são definidos como os materiais, substâncias, objetos ou elementos descartados ou rejeitados pelas atividades humanas e que se apresentam no estado sólido, sem valor econômico imediato, podendo ser de origem domiciliar, industrial, comercial, hospitalar, agrícola, de serviços e de varrição.

A Política Nacional dos Resíduos Sólidos – PNRS, criada em 2010 no Brasil, trata-se de uma legislação que determina diretrizes e normas relacionadas ao gerenciamento dos resíduos sólidos. A PNRS tem como principais objetivos incentivar o correto manejo dos resíduos sólidos, além de reduzir os impactos ambientais e promover a sustentabilidade.

Além disso, essa Lei nº 12.305 que estabelece a PNRS discorre sobre os principais pontos que devem ser aplicados para alcançar os objetivos citados, como a responsabilidade compartilhada entre os fabricantes, distribuidores, comerciantes, poder público e os consumidores nessa gestão dos resíduos. Ainda, determina a elaboração de diversos planos para os resíduos numa cooperação entre os municípios, estados e a União, visando uma destinação adequada ambientalmente para eles.

Vale ressaltar que a reciclagem e a coleta seletiva são pontos importantes dessa política, citando a necessidade de inclusão social dos catadores de materiais recicláveis nesse contexto. Há também uma hierarquia entre os processos existentes na gestão de resíduos sólidos, onde é priorizado a não geração, redução, reutilização e reciclagem dos resíduos, nessa ordem (BRASIL, 2010).

No início do ano de 2022, o governo federal publicou um decreto que atualizou a PNRS visando melhorar alguns pontos existentes que não possuíam a clareza necessária esperada. O principal foco da mudança está na criação do Programa Nacional de Logística Reversa – PNLR, que pretende melhorar a implementação e a

utilização da infraestrutura física e logística voltada para a prática da logística reversa visando o retorno dos produtos para uma destinação ambientalmente adequada após o uso pelos consumidores.

Para alcançar essa gestão adequada dos resíduos, a PNRS determina a participação e envolvimento de diversos órgãos e indivíduos, com diferentes responsabilidades. O poder público deve preparar os planos de gestão dos resíduos sólidos e promover ações visando a fiscalização deles, enquanto os comerciantes, fabricantes e distribuidores devem ser responsáveis por garantir a destinação ambientalmente adequada dos seus produtos e embalagens, por meio de ações de logística reversa.

Já para os consumidores, é esperado que eles descartem os resíduos de maneira correta, além de praticar o consumo consciente. As empresas responsáveis pela coleta de resíduos urbanos e limpeza urbana tem que seguir as normas estabelecidas, assim como os órgãos ambientais que devem fiscalizar e regulamentar todas as atividades relacionadas aos resíduos sólidos. Por fim, a política também incentiva a conscientização ambiental nas escolas, universidades e na comunidade, além de reconhecer a relevância dos catadores de materiais recicláveis, incentivando a inclusão social deles (BRASIL, 2010).

Os resíduos sólidos podem ser classificados com base em suas características específicas, de acordo com a PNRS, e são divididas em 2 categoriais principais. A primeira está relacionada com a origem do resíduo, podendo ser ele de origem domiciliar (originários de atividades domésticas em residências urbanas), comerciais, industriais, de limpeza urbana, de construção civil, etc. Dentro dessa mesma categoria existem os resíduos sólidos urbanos (RSU), que englobam os resíduos domiciliares e de limpeza urbana.

Outra classificação diz respeito à periculosidade, ou seja, se os resíduos apresentam ou não características que podem representar risco à saúde e ao meio ambiente, como por exemplo substâncias tóxicas, corrosivas ou inflamáveis.

2.1.1 Disposição final dos resíduos sólidos

Em relação a disposição final dos resíduos sólidos há três formas principais, sendo elas: aterro sanitário, aterro controlado e lixão. Apenas a primeira delas é considerada a forma correta do ponto de vista ambiental, enquanto as outras duas

são usualmente classificadas como inadequadas ou incorretas ambientalmente devido às suas respectivas características.

No caso do lixão à céu aberto, os resíduos são dispostos sobre o solo sem que seja tomado nenhum tipo de precaução e proteção ao meio ambiente. É uma forma de disposição que gera diversos problemas à saúde pública, desde a geração de odores desagradáveis, poluição e contaminação do solo e da água do local, até a possibilidade de proliferação de organismos vetores de doenças (CEMPRE, 2018).

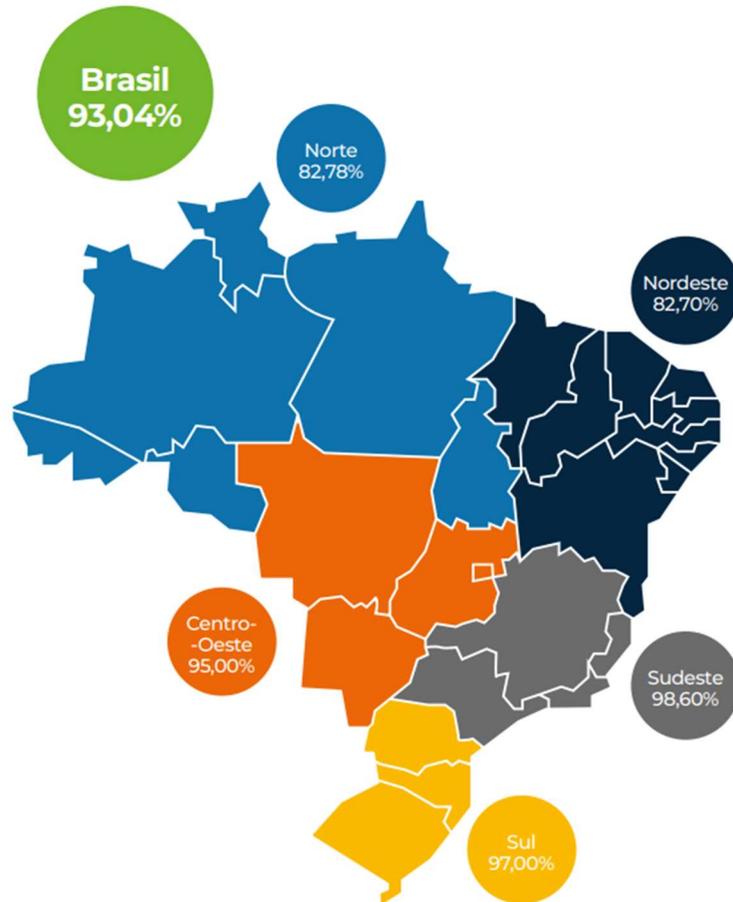
Com relação ao aterro controlado, o Compromisso Empresarial para Reciclagem – CEMPRE (2018), diz que se trata de uma técnica para disposição dos resíduos que, diferentemente do lixão, não causa danos à saúde pública e reduz os impactos ambientais. No entanto, é válido ressaltar que essa forma de disposição ainda produz uma certa poluição, porém é algo mais localizado, visto que normalmente não possui impermeabilização, o que pode comprometer a qualidade das águas subterrâneas da região, por exemplo.

Já o aterro sanitário, segundo a ABNT (1992), se trata de uma técnica de disposição dos resíduos sólidos que não causa nenhum dano à saúde pública, além de minimizar os impactos ambientais, já que se trata de um método que restringe os resíduos em uma área restrita, cobrindo com terra ao final de cada jornada de trabalho.

2.1.2 Distribuição dos resíduos sólidos no Brasil

Segundo a ABRELPE (2022), a cobertura de coleta de resíduos sólidos urbanos no país (considerando todos os tipos de coleta), atingiu 93% em 2022, com 5% de aumento em relação a 2010 e com a coleta per capita atingindo o valor de 354 kg/ano. Vale ressaltar que, apesar da cobertura nacional estar em 93%, ela é desigual em relação as regiões do país, pois enquanto no Sul e no Sudeste têm-se valores próximos a 100%, no Norte e Nordeste as taxas giram em torno de 80%, deixando uma parte da população dessas regiões sem acesso a coleta. Esses dados, apresentados no mapa da Figura 1, mostram que ainda há um caminho a percorrer em relação a gestão de resíduos sólidos no país.

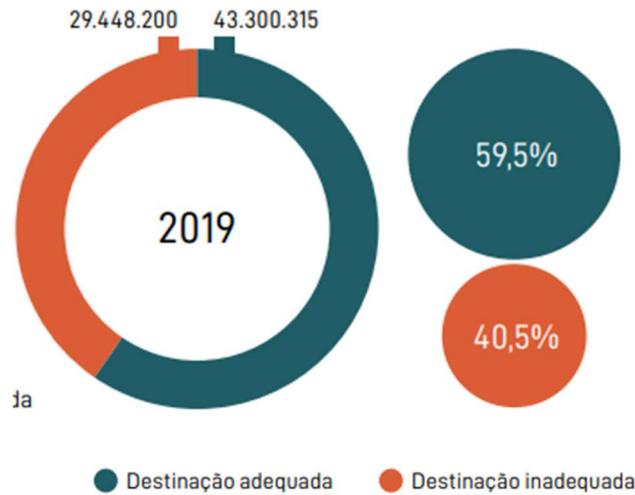
Figura 1 – Cobertura de coleta de resíduos por região



Fonte: ABRELPE (2022)

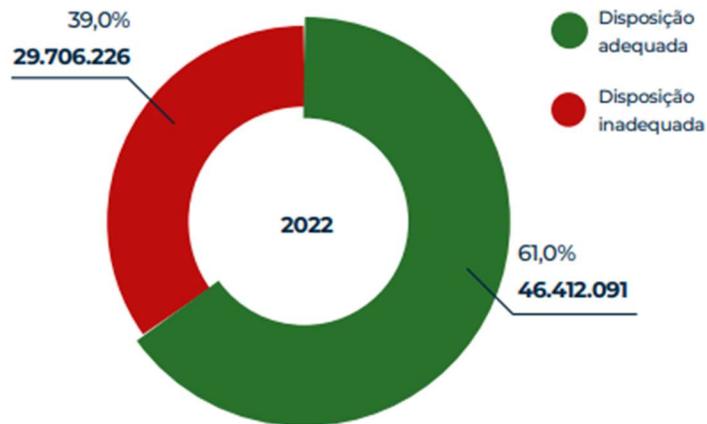
O mesmo estudo também mostrou que apenas 61% dos resíduos sólidos são dispostos em destinação adequada (aterros sanitários), enquanto os outros 39% dos resíduos são dispostos em destinação inadequada (aterros controlados ou lixões), apresentando apenas uma leve redução em relação a 2019, conforme mostrado a seguir nas Figuras 2 e 3.

Figura 2 – Disposição final de RSU no Brasil em 2019 (T/ano)



Fonte: ABRELPE (2020)

Figura 3 – Disposição final de RSU no Brasil em 2022 (T/ano)



Fonte: ABRELPE (2022)

Além disso, assim como acontece com a cobertura de coleta, as regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste apresentam índices inferiores em comparação com as regiões Sul e Sudeste, em relação à disposição adequada dos resíduos. Enquanto as 3 regiões não chegam a 45% de disposição correta, as outras duas apresentam números superiores a 70%, evidenciando ainda mais a desigualdade presente ao redor do país, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Disposição final de RSU no Brasil por regiões em 2022

Região	Disposição adequada		Disposição inadequada	
	t/ano	%	t/ano	%
Norte	1.870.470	36,6%	3.240.105	63,4%
Nordeste	6.214.527	37,2%	10.491.191	62,8%
Centro-Oeste	2.532.762	43,5%	3.288.281	56,5%
Sudeste	29.773.638	74,3%	10.298.552	25,7%
Sul	6.020.694	71,6%	2.388.097	28,4%
Brasil	46.412.091	61,0%	29.706.226	39,0%

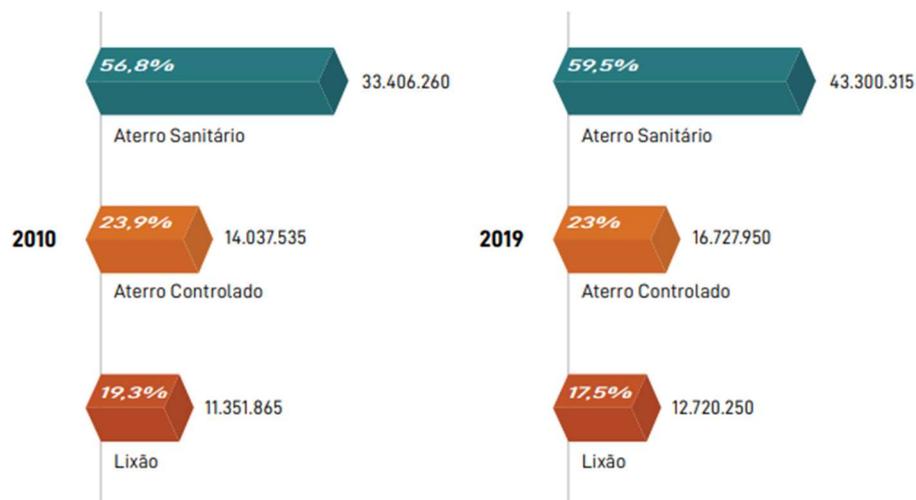
Fonte: ABRELPE (2022)

Além disso, em outro estudo de 2020 da ABRELPE, foi detalhado exatamente a distribuição por tipo de destinação e, com isso, foi possível identificar que ainda há uma porcentagem de resíduos que são destinados a lixões a céu aberto (17,5%), que é a pior dentre as opções por ser extremamente prejudicial para o meio ambiente;

Vale ressaltar que, a PNRS previa o encerramento de todos os lixões até 2014, o que não foi cumprido, sendo possível identificar apenas uma pequena redução percentual (1,8%) na participação de lixões nos meios de disposição final, porém com um aumento na quantidade líquida de resíduos.

A Figura 4 mostra essa distribuição, lembrando que apenas o aterro sanitário é considerado como “destinação adequada”, sendo as outras duas consideradas inadequadas.

Figura 4 – Disposição final de RSU no Brasil, por tipo de destinação (T/ano)



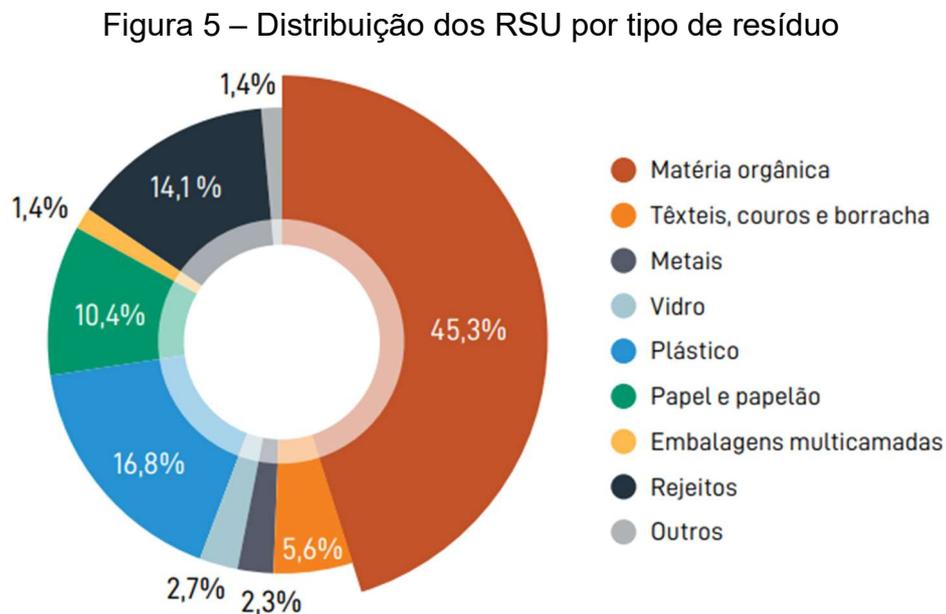
Fonte: ABRELPE (2020)

Com esses dados, é possível ter uma melhor compreensão de que ainda há uma certa distância para que o Brasil possa cumprir o que foi prometido na PNRS. Nota-se uma discrepância entre os municípios com relação a gestão de resíduos sólidos, já que não existe um modelo padrão para as cidades ao redor do país.

2.2 TIPOS DE COLETA

Segundo a PNRS, a coleta seletiva é “a coleta de resíduos sólidos, previamente segregados, conforme sua constituição ou composição”. Dessa forma, o outro tipo de coleta, classificada como convencional (ou indiferenciada) é aquela onde não há nenhum tipo de separação, normalmente classificada como “lixo comum”. Portanto, a coleta convencional abrange principalmente as matérias orgânicas e os rejeitos gerados por residências, estabelecimentos comerciais e de serviços dos municípios.

Nesse contexto, o estudo da ABRELPE de 2020 representado na Figura 5 mostra que, apesar da maior parte dos resíduos sólidos urbanos se referirem a matéria orgânica (ex: sobras e perdas de alimentos), cerca de 40% dos resíduos são constituídos de materiais que podem ser reciclados.

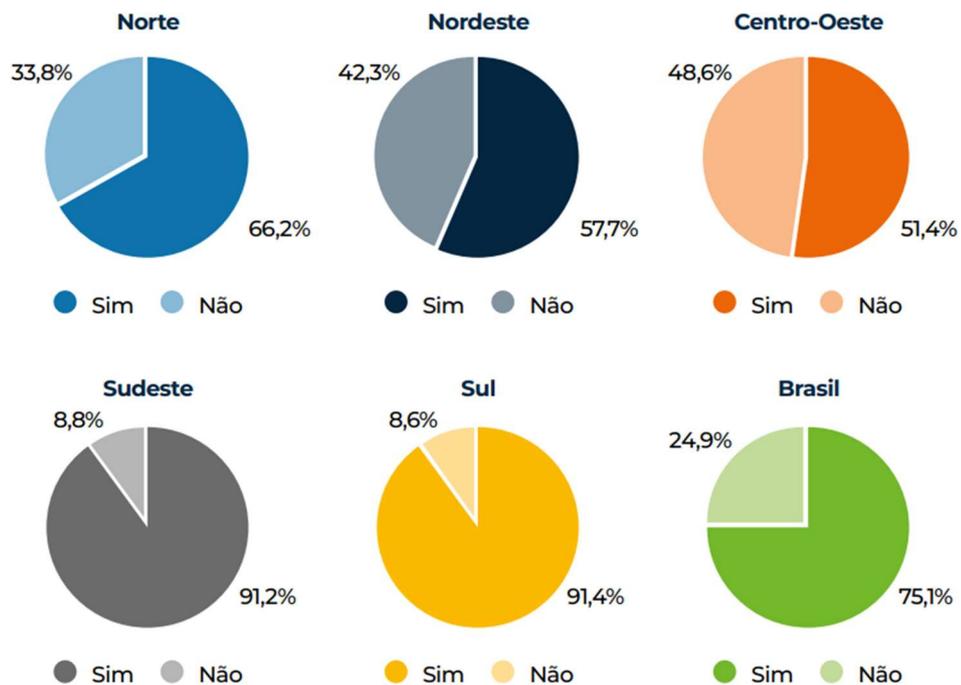


Fonte: ABRELPE (2020)

Apesar disso, ainda há um longo caminho para a coleta seletiva no Brasil, especialmente em algumas regiões do país como o Centro-Oeste, Norte e Nordeste,

onde ela ainda não atingiu nem metade dos municípios. Considerando todo o território nacional, em torno de 3/4 dos municípios apresentam alguma iniciativa envolvendo coleta seletiva. Tal discrepância pode ser vista com maiores detalhes na Figura 6 que apresenta gráficos para cada uma das regiões.

Figura 6 – Distribuição dos municípios com iniciativa de coleta seletiva em 2022



Fonte: ABRELPE (2022)

2.3 CONTABILIDADE GERENCIAL

Neste tópico serão explorados alguns conceitos-chave da área de contabilidade gerencial nas empresas como custos, despesas, métodos de custeio, entre outros.

2.3.1 Gastos

De acordo com Bornia (2017), são denominados gastos quaisquer valores de insumos que foram adquiridos pela empresa mesmo que ainda não tenham sido propriamente utilizados. Martins (2003) adiciona que se trata de um termo muito amplo, podendo ser aplicado a todos os bens e serviços adquiridos, desde mão-de-obra, até mesmo a compra de um ativo imobilizado.

De uma forma mais direta, Ribeiro (2013) diz que se trata de um desembolso financeiro visando à obtenção de bens e/ou serviços, independentemente do destino que esses bens possam vir a ter dentro da empresa.

2.3.2 Custos

Os custos também são considerados como gastos, contudo são relacionados a um bem ou a um serviço utilizados na produção de um outro serviço (MARTINS, 2003). Entretanto, segundo Bornia (2017), uma das principais diferenças entre um custo e um gasto, é que este refere-se a todos os insumos que foram adquiridos, como citado anteriormente, já os custos levam em consideração apenas aquilo que foi efetivamente utilizado para a produção de um bem ou serviço.

2.3.2.1 Classificação dos custos

Além das apresentações gerais sobre o que é um custo, também é importante analisar as diversas possibilidades de classificação de custos existentes, visto que existem muitos conceitos para defini-los (BORNIA, 2017).

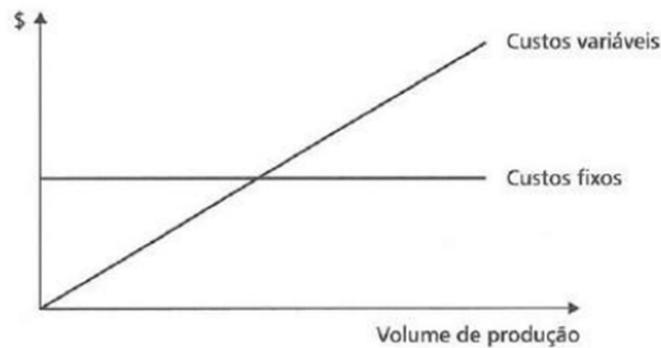
2.3.2.1.1 Variabilidade

Os custos geralmente são classificados como variáveis, fixos ou mistos. O custo variável deve variar em proporção direta as mudanças no nível de atividade. Em contraste a isso, os custos fixos devem permanecer constantes independentemente das mudanças nos níveis de atividade. Por fim, os custos mistos devem conter elementos dos dois tipos de custos (fixos e variáveis), também sendo conhecidos como semivariáveis (GARRISON, 2013).

Já segundo Bornia (2017), a classificação relacionada a variabilidade leva em consideração a relação entre os custos e o respectivo volume de produção, para determinar se são custos fixos ou variáveis. Para ele, os custos fixos não sofrem alteração com a variação do volume de produção, ou seja, se mantém constante independentemente dessa outra variável. Por outro lado, os custos variáveis estão diretamente relacionados com a produção, isto é, caso esta aumente, eles também sofrerão um crescimento proporcional e vice-versa.

Para exemplificar isso é possível citar o custo de matéria prima como variável e o salário de um funcionário da área administrativa/gerencial como um custo fixo. A Figura 7 ilustra essa classificação.

Figura 7 – Classificação por Variabilidade



Fonte: Bornia (2017, p.19)

2.3.2.1.2 Facilidade de alocação

Nesse tipo de classificação, temos os custos diretos que dizem respeito à facilidade com que estes podem ser associados as unidades de alocação de custos, como por exemplo setores, processos etc. Já os custos indiretos são o oposto, isto é, não são de fácil alocação a um componente específico, como por exemplo no caso do aluguel ou de uma mão de obra indireta, onde pode ser necessário realizar algum tipo de rateio ou alocação de custos por meio de métodos de custeio (BORNIA, 2017).

Tanto Ribeiro (2013) como Garrison (2013) concordam com a visão de Bornia ao comentarem que o custo direto se trata daquele que pode ser facilmente associado a um objeto de custo especificado, enquanto o custo indireto é o oposto disso, onde é difícil a associação aos produtos fabricados.

2.3.2.1.3 Facilidade de eliminação

De acordo com Bornia (2017), essa classificação é feita para separar os custos que podem ser eliminados com uma maior facilidade caso a empresa deseje encerrar temporariamente suas atividades ou reduzir a sua operação, e são chamados de custos fixos elimináveis, como por exemplo: salários e energia elétrica. Por outro lado, temos os custos fixos não elimináveis, que são aqueles impossíveis de serem

eliminados no curto prazo, independentemente da redução ou não da operação, como por exemplo, impostos e as depreciações das instalações e dos equipamentos.

2.3.3 Despesas

Para Martins (2003), se trata do serviço ou do bem consumido de maneira direta ou indireta para a obtenção de receitas. Já para Bornia (2017), é o valor dos insumos que foram consumidos para o funcionamento da empresa e que não são identificados com a fabricação. Ou seja, refere-se aos outros tipos de atividades existentes dentro de uma organização, como a área administrativa, comercial e financeira.

Ribeiro (2013) afirma que são os gastos provenientes do consumo de bens e da utilização de serviços da área comercial, financeira e administrativa, que visam a obtenção de receitas de maneira direta ou indireta.

2.3.4 Princípios de custeio

Por meio dos princípios de custeio, os elementos que compõe o custo de um determinado produto ou serviço são agregados ao sistema de custos. Essa agregação pode ser referente aos custos diretos (aqueles facilmente identificados) e aos indiretos, de identificação mais complexa (YANASE, 2018).

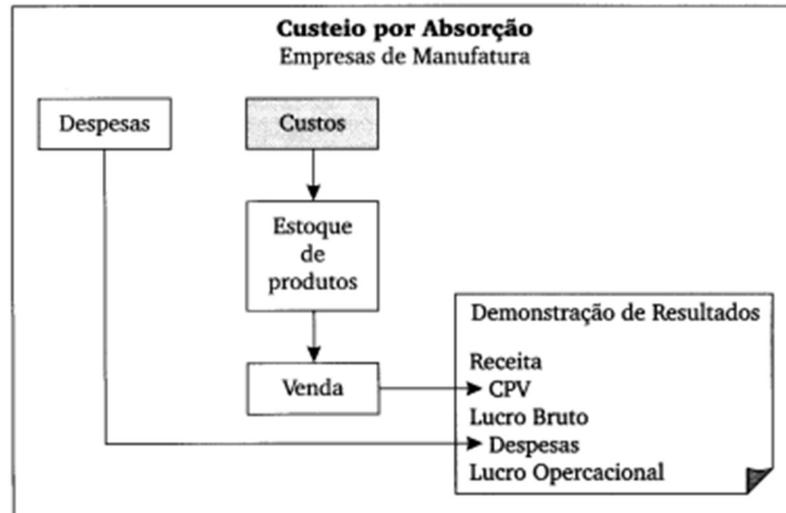
Segundo Bornia (2017), os princípios de custeio são as filosofias básicas que devem ser seguidas pelos sistemas de custos, seguindo os objetivos que se deseja alcançar ou o período da análise em questão. Complementando essa ideia, Martins (2003) define objetivamente custeio como apropriação de custos.

2.3.4.1 Custeio por absorção

Consiste na utilização de todos os custos de produção aos bens elaborados, e somente eles (de produção), ou seja, todos os gastos existentes são proporcionalmente distribuídos para todos os bens ou serviços feitos (MARTINS, 2003).

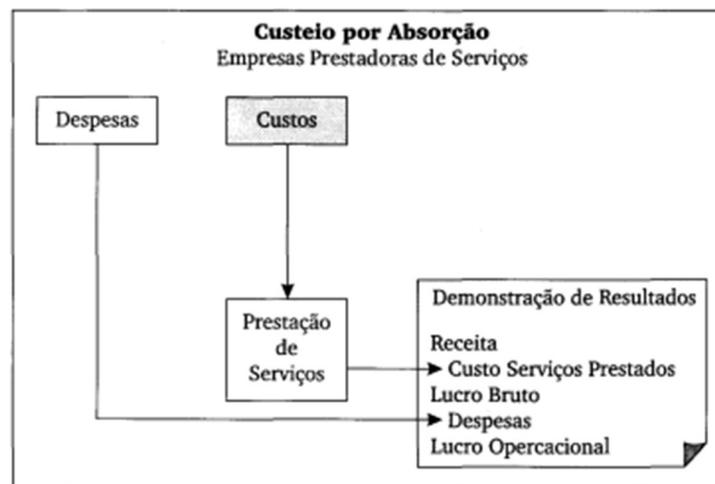
As Figuras 8 e 9 ilustram essa ideia.

Figura 8 – Custeio por Absorção na Manufatura



Fonte: Martins (2003, p.25)

Figura 9 – Custeio por Absorção em Serviços



Fonte: Martins (2003, p.25)

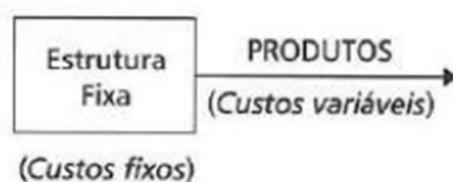
Vale ressaltar que Bornia (2017) possui um pensamento semelhante quanto ao custeio por absorção, no entanto divide em dois princípios diferentes: integral e ideal. Para o custeio de absorção integral temos uma ideia parecida com a de Martins, onde a totalidade dos custos é distribuída aos produtos.

Já no ideal, o autor diz que os desperdícios, ou seja, os custos relacionados com insumos utilizados de maneira não eficiente, não são repassados aos produtos para o cálculo, com o intuito de apoiar o processo de melhoria contínua de uma empresa.

2.3.4.2 Custeio variável

De acordo com Martins (2003), nesse tipo de custeio apenas os custos variáveis são alocados para os produtos, já os fixos são considerados como despesas do período e são separados. Acrescentando a essa visão, Bornia (2017) comenta que este tipo de custeio está relacionado para o apoio de decisões de curto prazo, visto que nessa janela de tempo, os custos variáveis são muito relevantes, já os fixos não (Figura 10).

Figura 10 – Custeio Variável



Fonte: Bornia (2017, p.35)

Vale ressaltar que esse tipo de custeio também pode ser encontrado na literatura como custeio direto, pois segundo Yanase (2018), é direto por ser perfeitamente possível a identificação da matéria prima e da mão de obra direta aplicada na transformação do produto.

2.3.4.3 Custeio ABC

Segundo Bornia (2017), o princípio de custeio ABC foi criado com um objetivo de superar as deficiências dos sistemas mais tradicionais, gerando um sistema com duas etapas. Na primeira, os diversos custos são alocados às diversas atividades de uma empresa e, apenas no segundo, são transferidos aos produtos utilizando bases que representem as relações entre os custos e as respectivas atividades.

O autor ressalta que esse tipo de custeio parte do princípio de que as atividades consomem recursos gerando custos e, que os produtos as utilizam. Essa ideia está exemplificada na Figura 11.

Figura 11 – Custeio ABC



Fonte: Bornia (2017, p.112)

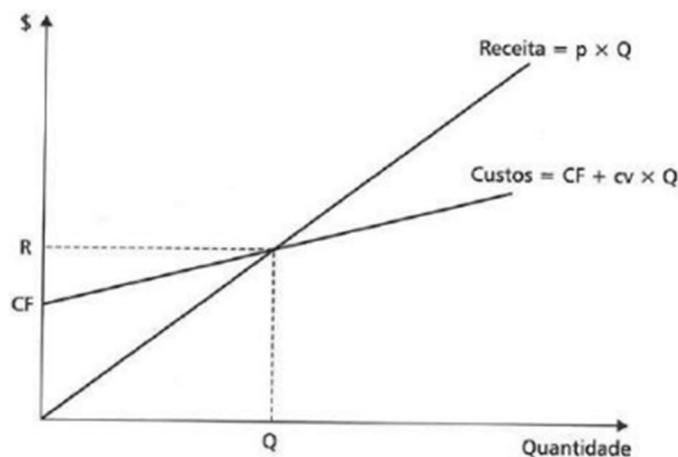
Complementando essa ideia, Yanase (2018) comenta que a adoção desse método de custeio tem como principal objetivo atenuar o uso do formato de rateio e gerar valores mais próximos da realidade em relação aos custos dos processos utilizados.

2.3.5 Ponto de equilíbrio

Em suma, o ponto de equilíbrio é o ponto onde o lucro é nulo, ou seja, onde a diferença entre as receitas e os custos totais é igual a zero (BORNIA, 2017).

Considerando as receitas como o produto entre a quantidade vendida e o preço e os custos como a soma dos custos fixos com o produto entre a quantidade produzida e os custos variáveis, chegamos nos gráficos representados na Figura 12, onde o ponto de equilíbrio é exatamente o ponto de intersecção entre as duas retas.

Figura 12 – Ponto de Equilíbrio



Fonte: Bornia (2017, p.59)

3. METODOLOGIA

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

Segundo Gil (2019), é possível realizar a classificação de qualquer trabalho científico de acordo com o ponto de vista da sua natureza, da forma de abordagem ao problema, dos propósitos e dos procedimentos técnicos.

Considerando os critérios de classificação de Gil (2019), a natureza deste trabalho pode ser descrita como aplicada, pois se propõe a gerar aplicações práticas voltadas para objetivos específicos que, no caso, seria a análise dos custos envolvidos na coleta de resíduos convencional, gerando tanto dados que podem auxiliar a tomada de decisão em relação a possíveis alterações no sistema existente de coleta, quanto sugestões de melhoria propostas pelo presente trabalho.

Por sua vez, a forma de abordagem é classificada como mista, pois são analisados tanto dados qualitativos quanto quantitativos.

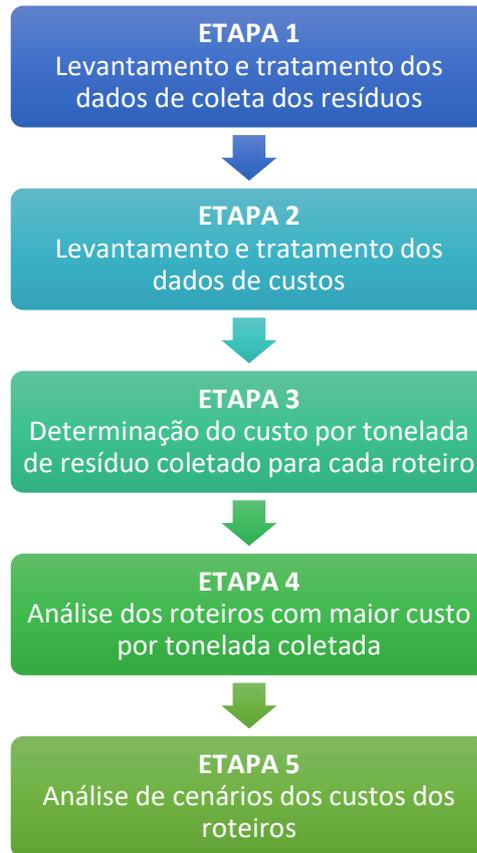
Do ponto de vista dos propósitos, este trabalho é classificado como exploratório, pois objetiva proporcionar maior familiaridade com um problema, incluindo tanto o levantamento bibliográfico como entrevista com especialista no assunto.

Por fim, quanto aos procedimentos técnicos, o trabalho utiliza a análise documental e de base de dados para atingir seu objetivo.

3.2 ETAPAS DA PESQUISA

O desenvolvimento deste trabalho está dividido em cinco etapas (Figura 13): (i) levantamento e tratamento dos dados de coleta dos resíduos, (ii) levantamento e tratamento dos dados de custos, (iii) determinação do custo por tonelada de resíduo coletado para cada roteiro, (iv) análise dos roteiros com maior custo por tonelada coletada, (v) análise de cenários dos custos dos roteiros

Figura 13 – Etapas da Pesquisa



Etapa 1 – Levantamento e tratamento dos dados de coleta dos resíduos

Inicialmente é realizada uma varredura nos dados que estiverem disponíveis, preferencialmente contendo os dados mais recentes das coletas. É preciso ter atenção na escolha do intervalo, pois é possível que existam sazonalidades ou períodos atípicos.

Dentre as informações a serem levantadas estão:

- a) identificação do roteiro;
- b) data da coleta;
- c) quantidade de funcionários envolvidos;
- d) duração da coleta;
- e) distância percorrida;
- f) número de viagens na coleta;
- g) modelo do veículo;

- h) peso disponível no veículo;
- i) quantidade de resíduo coletado.

Após a definição do período de análise e o levantamento dos dados necessários, deve-se realizar o tratamento dos dados para garantir que as informações que serão analisadas reflitam a realidade. Dessa forma, é indicado que se tenha uma boa noção dos roteiros, das distâncias e durações dos trajetos, para que seja possível filtrar e identificar dados potencialmente equivocados e, conseqüentemente, excluí-los da análise. Alguns exemplos dessas desconformidades podem incluir:

- a) distâncias discrepantes;
- b) tempo de coleta muito elevado ou muito pequeno;
- c) quantidade de resíduo coletado muito superior a capacidade do caminhão.

Etapa 2 – Levantamento e tratamento dos dados de custos

A próxima etapa consiste em identificar os dados de custos que serão utilizados para o cálculo do custo por roteiro, como o custo hora de um funcionário e o custo do combustível por km. Caso não possua esses ou outros dados necessários para determinar os custos por roteiro, é necessário realizar uma pesquisa para estimar esses valores com a maior precisão possível.

Para o custo hora por funcionário, é necessário estabelecer qual o valor médio gasto por mês para cada gari e motorista separadamente, visto que os salários deles tendem a ser diferentes entre si. Depois, é preciso dividir o valor encontrado pelo número de horas trabalhadas por mês.

Já no caso dos custos relacionados ao consumo de combustível, faz-se necessário encontrar o preço médio do combustível utilizado (normalmente diesel), tal como a média de km/l que os veículos consomem durante a coleta. Assim, com os dados de distância percorrida em cada coleta, é possível encontrar o custo do combustível apenas dividindo-o pelo consumo médio e multiplicar pelo preço médio por litro.

Além dos custos variáveis citados, dependendo dos objetivos da análise, também é possível considerar alguns custos fixos no cálculo realizado, como por

exemplo, a depreciação dos veículos, materiais indiretos (ex: coletes, lixeiras), entre outros.

Assim, com todos os dados de custos devidamente determinados, é possível realizar o cálculo individual do custo por tonelada de cada uma das coletas, por meio da soma de cada um dos custos considerados, dividido pela quantidade de resíduo coletada (em toneladas).

Etapa 3 – Determinação do custo por tonelada de resíduo coletado para cada roteiro

Esta etapa consiste em estabelecer o custo por tonelada de cada um dos roteiros baseado nos custos das coletas individuais que já foram determinados. Como para cada um dos roteiros existem diversas coletas realizadas em datas distintas, com duração e distância diferentes, os seus respectivos custos por tonelada serão divergentes entre si.

Para conseguir comparar os roteiros, se faz necessário estabelecer um valor único para cada um deles, que leve em consideração todas as coletas individuais. Então, é preciso calcular a média dos custos por tonelada de cada um dos roteiros, fazendo com que seja possível classificar e identificar quais estão com baixo custo e quais precisam de atenção pois apresentam custos elevados.

Etapa 4 – Análise dos roteiros com maior custo por tonelada coletada

Esta etapa foca em selecionar os roteiros que possuem os maiores custos por tonelada e analisá-los minuciosamente visando encontrar pontos de melhoria, ou seja, identificar as causas do elevado custo por tonelada e buscar formas de eliminar ou mitigar esses problemas.

Entre as causas mais comuns desse problema, é possível citar:

- a) tempo de coleta elevado;
- b) excessivo número de funcionários (garis);
- c) grande distância percorrida;
- d) elevado número de viagens por coleta.

Para ajudar a solucionar esses problemas, alguma das melhorias que podem ser testadas são:

- a) diminuição da frequência de coleta;
- b) redução do número de garis por coleta;
- c) mudança da frota;
- d) adaptação no trajeto do roteiro.

Com isso, é possível analisar cada um dos roteiros problemáticos e identificar uma ou mais causas para o problema e, em seguida, propor a melhor solução para aquele caso.

Etapa 5 – Análise de cenários dos custos dos roteiros

Após todos os roteiros terem sido devidamente explorados, é preciso quantificar as propostas de melhoria para cada um deles. A melhor forma para tal é realizar uma análise de cenários individuais para os roteiros baseado no que foi proposto, alterando os valores conforme o que está sendo analisado. Por exemplo, caso a proposta seja de reduzir a frequência de coleta, pode ser mantido constante o custo com funcionários e com combustível, aumentando apenas a quantia média de resíduo coletado, resultando em um custo menor.

Dessa forma será possível determinar quanto (em valores percentuais) cada um dos roteiros reduziria seus custos por tonelada caso as soluções propostas sejam aplicadas.

4. ESTUDO DE CASO

4.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A Comcap (Autarquia de Melhoramentos da Capital) é uma autarquia da cidade de Florianópolis, que foi criada em 1964 e é responsável pela coleta de resíduos do município desde 1970. De acordo com o site da prefeitura de Florianópolis, “A Lei Complementar 706, de 27 de janeiro de 2021, reestruturou a Comcap, vinculando o serviço de coleta de resíduos sólidos domiciliares, por meio da Superintendência de Gestão de Resíduos à Secretaria Municipal do Meio Ambiente. O serviço de limpeza pública foi vinculado à Secretaria Municipal de Infraestrutura onde também ficou alocada a autarquia Comcap.”

4.2 ETAPA 1: LEVANTAMENTO E TRATAMENTO DOS DADOS DE COLETA DE RESÍDUOS

4.2.1 Base de dados

Para a análise dos dados da companhia alvo do presente trabalho (Comcap), a base utilizada foi a da SISCORE da própria prefeitura do município de Florianópolis que conta com diversas informações relacionadas a coleta dos últimos anos, realizadas pela empresa.

Todas as informações disponíveis estão divididas entre diferentes relatórios disponibilizados para o presente trabalho para busca, visualização e download. Os relatórios utilizados para a coleta e análise de informações foram: “Relatório Acompanhamento de Roteiros” e “Relatório Por Roteiro – Analítico” pois, em conjunto, continham as informações necessárias para as análises que deveriam ser realizadas. Vale ressaltar que, o tipo de coleta analisada foi exclusivamente a chamada convencional, dentro do período de análise escolhido, o qual será mais bem detalhado no item 4.2.3.

A seguir, na Figura 14, temos uma ilustração exemplificando as colunas e informações existentes no “Relatório Acompanhamento de Roteiro”

Figura 14 – Relatório Acompanhamento de Roteiro

Roteiro	Despacho	Data	Veículo	Motorista	Transporte			Coleta		Descarga		Total	
					Garis	KM	Horas	KM	Horas	Horas	KM	Horas	Peso
01DS	281382	01/03/2023	383		2	54	02:14	20	02:39	00:21	74	05:14	1.150
02DS	281489	01/03/2023	252		3	23	01:05	25	03:28	00:09	54	04:42	2.280
BS2M	281376	01/03/2023	274		4	46	01:23	17	03:45	00:25	63	05:33	8.290

Fonte: SISCORE

A primeira coluna diz respeito ao código do roteiro que está sendo analisado, o qual pode ser identificado em um mapa interativo produzido pela empresa. A coluna “despacho” refere-se a um código único para cada conjunto de coletas realizadas por uma equipe em um roteiro em um determinado dia. Também temos colunas com a data das coletas, o código do veículo utilizado, nome do motorista e a quantidade de garis. Em seguida, temos 3 grupos de colunas (transporte, coleta e descarga) contendo 2 sub colunas com a distância percorrida (em KM) e o tempo utilizado (horas) para cada uma dessas atividades.

Vale ressaltar que para cada coleta (linha deste relatório), podem estar contidas 1 ou mais viagens, isto é, uma mesma equipe em determinado roteiro pode ter feito mais de 1 viagem de ida e volta até o aterro para coletar mais resíduo, e a somatória de todas elas estão apresentadas nas colunas de “KM” e “horas” para cada atividade. Por fim, nas duas últimas colunas temos a soma total de horas de todas as atividades daquela coleta e o peso total líquido de resíduos coletados (somando as viagens).

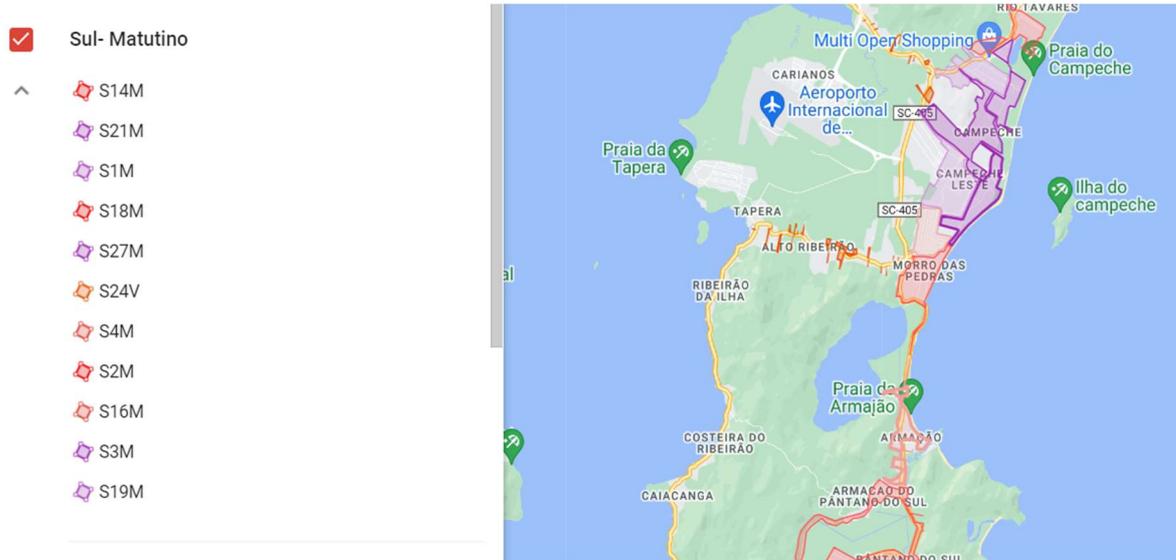
Já para o outro relatório utilizado “Relatório por Roteiro – Analítico”, a configuração de colunas é um pouco diferente, contendo alguns dados adicionais, conforme mostra a Figura 15.

Figura 15 – Relatório por Roteiro - Analítico

Roteiro:		01DS		Coleta do Centro Misto		Período:		Matutino		Tipo de Coleta:		Convencional			
Data:		01/03/2023		Quarta-feira		Despacho:						281382			
Veículo:		383		Modelo:		Seletiva - KIA BONGO K2500/BASCULANTE		Tara:		2.180		Peso Máximo:		3.500	
Motorista:		80776		Saída Hora:		07:03		Chegada Hora:		12:17		Saída KM:		58.988	
				Chegada KM:		59.062									
				COLETA				TRANSPORTE		DESCARGA		PESO			
				Hora		KM		Total		Hora		Total			
				Início		Fim		Tempo		Início		Fim		Total	
				Tempo		Tempo		KM		Chegada		Tempo		Bruto	
				Tempo		Tempo		KM		Chegada		Tempo		Líquido	
	Viagem	Pesagem	Início	Fim	Tempo	Início	Fim	Total	Tempo	KM	Chegada	Tempo	Bruto	Líquido	
	1	08:12	07:13	07:55	00:42	58.991	58.995	4	00:49	18	08:12	00:06	2.560	380	
	2	10:01	08:40	09:51	01:11	59.010	59.017	7	00:29	15	10:01	00:06	2.490	310	
	3	11:42	10:26	11:12	00:46	59.032	59.041	9	00:56	21	11:42	00:09	2.640	460	
	Total	3			02:39			20	02:14	54		00:21	7.690	1.150	

Fonte: SISCORE

Figura 17 – Roteiros Sul-Matutino



Fonte: Comcap

4.2.2 Tratamento dos dados

Com a extração dos dados dos relatórios disponibilizados pela COMCAP foi possível realizar a criação de uma planilha, utilizando a ferramenta “Excel”, com o objetivo de unificar todas as informações importantes e facilitar a posterior análise dos custos com os dados obtidos.

Todas as colunas do “Relatório Acompanhamento de Roteiro” foram mantidas como base da planilha e a esta foram adicionadas algumas colunas adicionais do “Relatório por Roteiro – Analítico” como:

- a) descrição do roteiro;
- b) turno;
- c) modelo do veículo;
- d) nº de viagens para cada coleta;
- e) peso tara e bruto de cada veículo;
- f) horários de saída e chegada de cada coleta.

Ainda, outras 4 colunas foram adicionadas para facilitar posteriores cálculos dos custos:

- a) horas (transformando as horas totais de coleta em número fracionado);

- b) disponível: é a quantidade de resíduos (em kg) que pode ser transportada pelo caminhão, sendo uma subtração do peso bruto pelo peso tara, multiplicado pelo número de viagens realizadas;
- c) %utilizada: a taxa de ocupação do caminhão com resíduos, sendo calculada pelo quociente entre peso líquido com o disponível;
- d) região: para identificar mais facilmente à qual região aquele determinado roteiro pertence

A Figura 18 mostra um exemplo da planilha produzida com os dados devidamente tratados.

Figura 18 – Exemplo da planilha com os dados tratados

A	B	C	D	E	F	G	
Roteiro	Descrição	Despacho	Data	Turno	Veículo	Modelo Veículo	
2	BS2M	Bairro Monte Verde, Parte Alta e Saco Grande	281376	01/03/2023	Matutino	274	Coleta Convencional - VW 17 230/Librelato Kombat - 10m ³
3	BS4M	Coleta de Servidões - Monte Verde / Quilombo	281377	01/03/2023	Matutino	281	Coleta Convencional - Ford Cargo C-1723
4	C1DN	Centro (Calçadão e Área comercial)	281518	01/03/2023	Noturno	282	Coleta Convencional - Ford Cargo C-1723
5	C2DN	Centro (Área comercial e Chácara da Espanha)	281519	01/03/2023	Noturno	288	Coleta Convencional - Ford Cargo C-1723
6	C2N	Centro - Parte Alta da Mauro Ramos/Agronômica	281532	01/03/2023	Noturno	279	Coleta Convencional - Ford Cargo C-1723
7	C3DN	Centro Bairro (Região do Shopping Beira Mar)	281524	01/03/2023	Noturno	277	Coleta Convencional - Ford Cargo C-1723
8	C4DN	Centro (Mauro Ramos, Geral José Mendes e Geral da Agronômica)	281520	01/03/2023	Noturno	281	Coleta Convencional - Ford Cargo C-1723
9	C5DN	Trindade, Serrinha e UFSC (CTC)	281521	01/03/2023	Noturno	284	Coleta Convencional - Ford Cargo C-1723
10	C6DN	Prainha, Saco dos Limões, Carvoeira e Tercasa	281522	01/03/2023	Noturno	275	Coleta Convencional - Ford Cargo C-1723
11	C7DN	Centro (Hotel Baía Norte, Rio Branco, Hoepcke, Bocaiúva)	281523	01/03/2023	Noturno	289	Coleta Convencional - Ford Cargo C-1723
12	CS2M	Servidão Mauro Ramos, Agronômica	281378	01/03/2023	Matutino	271	Coleta Convencional - Ford C1723/Dam CP-10
13	CS4M	Servidões da Serrinha e da Trindade	281379	01/03/2023	Matutino	273	Coleta Convencional - VW 17 230/Librelato Kombat - 10m ³
14	CS6M	Servidões Agronômica e Saco dos Limões	281380	01/03/2023	Matutino	260	Coleta Convencional - Ford C1723/Librelato CMC0-10
15	L4N	B. da Lagoa, Cid.Barra, Lixeira da Costa	281527	01/03/2023	Noturno	268	Coleta Convencional - Ford C1723/Dam CP-15
16	L4N	B. da Lagoa, Cid.Barra, Lixeira da Costa	281554	01/03/2023	Noturno	266	Coleta Convencional - Ford C1723/Dam CP-15
17	L6M	Centro da Lagoa	281386	01/03/2023	Matutino	279	Coleta Convencional - Ford Cargo C-1723
18	L8N	Rendeiras, Joaquina Osni Ortiga Rio Tavares	281528	01/03/2023	Noturno	266	Coleta Convencional - Ford C1723/Dam CP-15
19	O6N	Saco Grande e Monte Verde	281525	01/03/2023	Noturno	267	Coleta Convencional - Ford C1723/Dam CP-15
20	O8N	Parte SC 401, João Paulo e Tecnópolis	281526	01/03/2023	Noturno	247	Coleta Convencional - Ford C1722e/Cimel/ECLL AWR-15
21	S10N	Trevo do Campeche Até o Trevo do Erasmo e Geral	281555	01/03/2023	Noturno	267	Coleta Convencional - Ford C1723/Dam CP-15
22	S10N	Trevo do Campeche Até o Trevo do Erasmo e Geral	281531	01/03/2023	Noturno	269	Coleta Convencional - Ford C1723/Dam CP-15
23	S12N	Alto Ribeirão	281536	01/03/2023	Noturno	294	Coleta Convencional - VW 17230 Worker
24	S14M	Rio Tavares e Pedrita	281391	01/03/2023	Matutino	251	Coleta Convencional - Ford C1722e/Cimel/ECLL AWR-15
25	S16M	Campeche (Morro das Pedras)	281389	01/03/2023	Matutino	291	Coleta Convencional - Mercedes Benz Atego 1729
26	S18M	Morro das Pedras e Areias	281394	01/03/2023	Matutino	268	Coleta Convencional - Ford C1723/Dam CP-15
27	S20N	Alto Ribeirão e Pedregal da Tapera	281529	01/03/2023	Noturno	249	Coleta Convencional - Ford C1722e/Cimel/ECLL AWR-15

Com isso, a base total de dados chegou a mais de 35000 coletas ao longo do período de análise. Posteriormente, foi realizada uma análise minuciosa de toda essa base consolidada, pois foram identificados alguns valores que não condiziam com o que seria esperado.

Durante esse teste de sanidade dos dados algumas coletas foram excluídas da base para que não distorcessem os resultados de custos pois apresentavam um ou mais valores fora de parâmetros realistas, que possivelmente foram causados por erros de anotação, digitação, unidades e outros.

Os critérios de exclusão utilizados foram os seguintes:

- a) distância de transporte acima de 200 km: nenhum dos roteiros analisados, mesmo considerando as múltiplas viagens de cada um, possui uma distância de transporte entre a área de coleta e a área de destinação dos resíduos superior a 200 km;
- b) distância de coleta acima de 70 km: nenhum dos roteiros analisados, considerando todas as suas viagens, possui tal distância;
- c) tempos de coleta inferiores a 30 minutos e superiores a 7 horas: considerando a área de coleta dos roteiros, não é viável uma coleta com tempo menor do que 30 minutos mesmo se considerarmos um dia atípico com quase nenhum resíduo e nenhum trânsito na via. Além disso, os tempos maiores do que 7 horas somente da coleta indicariam uma carga horária superior ao estabelecido para os funcionários, já que seria acrescido o tempo de transporte a esse valor, chegando em uma quantidade de horas extras excessiva e não viável;
- d) tempos de transporte inferior a 10 minutos ou superior a 7 horas: considerando a localização dos roteiros e do ponto de destinação, o menor tempo de transporte possível sem trânsito seria superior a 10 minutos, considerando todas as viagens e a ida e volta, portanto, valores inferiores a este tempo foram desconsiderados. Por outro lado, tempos de transporte superior a 7 horas, mesmo nos roteiros mais distantes, significaria um nível de trânsito atípico, além de ultrapassar a carga horária dos funcionários por várias horas ao ser adicionado o tempo de coleta;
- e) roteiros sem trajetos definidos (COEX): não seria possível analisar com detalhes esses roteiros pelo fato de serem variáveis e de não ser possível identificar o trajeto;
- f) roteiros de servidões: são realizados com veículos menores (ex: pequenas caminhonetes) para coletar resíduos de vias estreitas e possuem vários roteiros com os mesmos códigos, mas com diferentes coletas, dificultando uma análise comparativa precisa.

Ao final dessa “limpeza” da base de dados para garantir a assertividade dos dados, restaram pouco mais de 27000 registros (~77% da base original) de 50 roteiros distintos.

4.2.3 Período de análise

Levando em consideração que o presente trabalho foi produzido durante o último trimestre de 2023, foram priorizados os dados mais recentes disponibilizados na base de dados da Comcap, englobando o período entre outubro de 2021 e setembro de 2023.

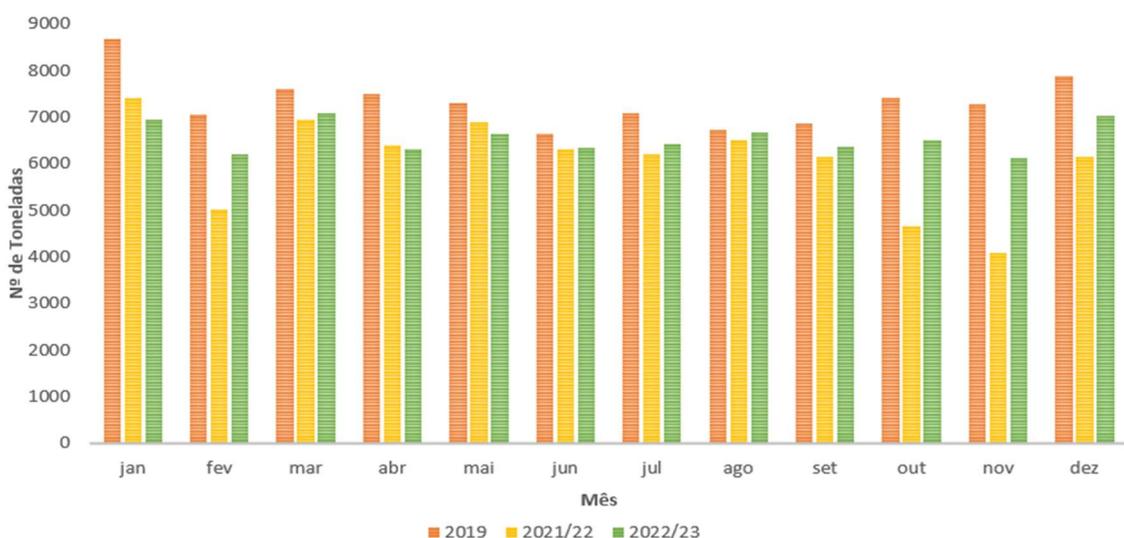
Além disso, sabendo que houve um evento marcante no cenário global nos últimos anos, a pandemia do coronavírus, que causou mudanças no comportamento das pessoas, sobretudo em 2020 e 2021, foi selecionado o ano de 2019 com o objetivo de comparar os resultados com o período pós pandemia.

4.2.3.1 Comparação dos dados Pré-COVID e Pós-COVID

Considerando apenas os dados obtidos do ano corrido de 2019, em média foram 7.337 toneladas coletadas por mês, com os valores variando na faixa entre 6.600 e 8.700 toneladas, sendo os picos em janeiro (8.687) e dezembro (7.879).

Por outro lado, ao analisar os dados referentes ao período compreendido Pós-COVID, a média mensal ficou em 6.305 toneladas, um valor 15% menor do que o encontrado em 2019. Caso consideremos apenas o último ano, essa média é um pouco maior (6.551 toneladas), porém ainda 11% inferior ao visualizado no período pré-pandêmico. Todas essas informações estão representadas na Figura 19, onde os gráficos estão separados por ano.

Figura 19 – Soma dos resíduos coletados por mês no período analisado

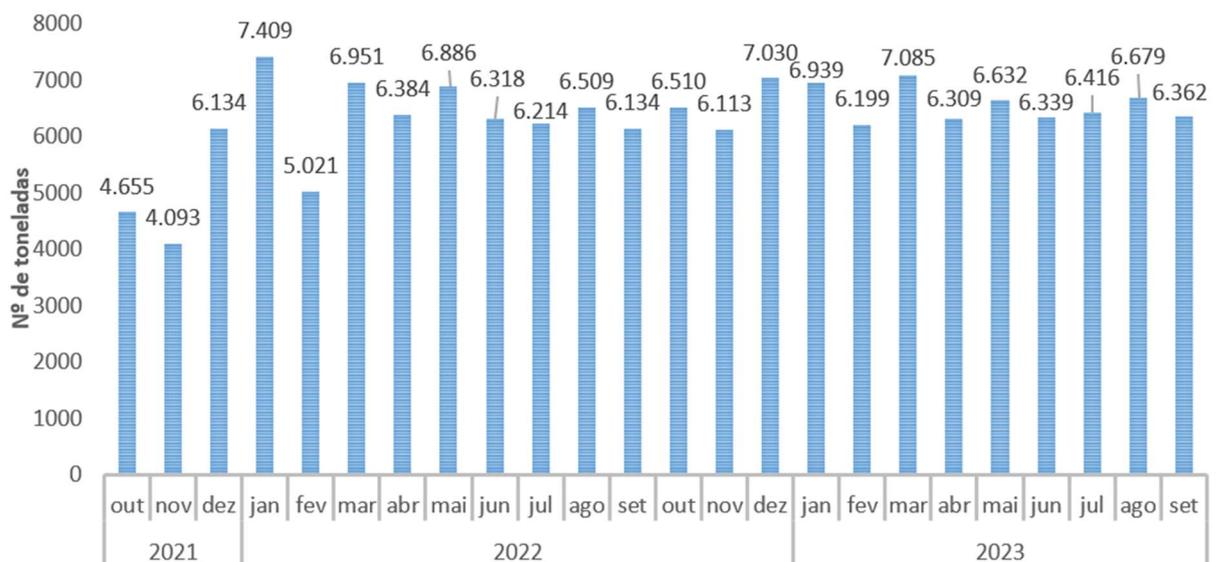


Dessa forma, após comparar os resultados obtidos por cada um desses períodos, notou-se que o período mais recente apresentou um patamar de valores inferior para a quantidade de resíduo coletada por mês em relação ao que era observado em 2019. Portanto, preferiu-se utilizar um período mais curto (dois anos) devido a essa mudança observada nas coletas.

4.2.3.2 Dados selecionados

Ao analisar de maneira mais minuciosa o período recente, é possível visualizar a variação mensal no número de toneladas coletadas por mês de outubro de 2021 até setembro de 2023 na Figura 20.

Figura 20 – Soma dos resíduos coletados por mês nos últimos anos



O primeiro fato que chama atenção ao visualizar o gráfico são os valores referentes aos meses de outubro e novembro de 2021 que apresentam valores muito inferiores aos posteriores de 2022 e 2023, fato que pode ser explicado por ainda existir resquícios do efeito da pandemia nestes dados.

Em relação ao restante dos dados, de maneira geral, a quantidade de resíduo coletado por mês fica em uma faixa mais uniforme de 6.100 a 7.400 toneladas, sendo os meses de janeiro e março um pouco acima dos demais.

Com isso, os meses de outubro e novembro de 2021 não foram considerados na análise devido a discrepância dos valores totais de resíduo coletado nestes meses

em relação aos demais, conforme analisado previamente. Em suma, o período que foi considerado para a análise dos resultados está compreendido entre dezembro de 2021 e setembro de 2023.

4.3 ETAPA 2: LEVANTAMENTO E TRATAMENTO DOS DADOS DE CUSTOS

Com todos os dados de coleta disponíveis consolidados, o próximo passo foi o de adicionar os valores de custos para que fosse possível calcular os custos individuais para cada uma das coletas.

Sabendo que o objetivo principal do presente estudo é de comparar os custos de coleta convencional dos diferentes roteiros para identificar quais os mais eficientes (com menor custo por tonelada coletada) e quais precisam de atenção por serem os menos eficientes (maior custo por tonelada coletada), apenas fez-se necessário calcular os custos de itens que diferenciem um roteiro de outro e não aqueles que são praticamente iguais entre si.

Ou seja, alguns custos como: os custos fixos dos veículos, custos indiretos dos materiais utilizados e custos de destinação dos resíduos seriam rateados de uma maneira quase igualitária entre os roteiros, já que utilizam veículos e equipamentos muito parecidos entre si e não influenciariam no resultado do estudo. Sendo assim, considerar tais valores não seria proveitoso para o alvo do estudo visto que além da baixa influência no resultado comparativo final, os dados não estavam acessíveis, isto é, deveriam ser estimados com base em literatura e outras empresas de coleta, o que pode não corresponder a realidade.

Dessa forma, foram aplicados os conceitos de custeio variável, visto que os itens que propriamente diferenciam as coletas entre si e que possuem elevada influência nas diferenças entre os custos são: o combustível utilizado durante a coleta e o custo dos funcionários envolvidos, ou seja, os custos variáveis. Para o cálculo desses custos temos as informações do número de funcionários por roteiro (motorista + garis), horas trabalhadas, distância total percorrida e peso líquido coletado (para o cálculo por tonelada).

4.3.1 Custo de combustível

Para um cálculo mais assertivo do custo de combustível, um dos fatores importantes diz respeito aos diferentes modelos de veículos que foram utilizados nas coletas realizadas, dentre os quais podemos citar:

- a) Ford C-1722/1723/1517;
- b) Mercedes Benz Atego 1729/1718;
- c) VW 17230/17280/15180.

Conforme pesquisa bibliográfica em outros trabalhos referentes a coleta envolvendo modelos similares a esses, o consumo médio de diesel destes veículos é de 2,2km/L (LOURENÇO, 2016) e de 2,1 km/L (OTTMANN, 2023). Para fins de cálculo, será utilizado o valor de 2km/L pois a frota da Comcap é mais antiga, portanto, consumindo um pouco mais de combustível.

Já para determinar o preço médio do diesel adquirido durante esse período, foi feita uma pesquisa com os preços em Florianópolis em um período mais recente, visando uniformizar a análise conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 2 – Preço médio do diesel em Santa Catarina

Mês	R\$/L
ago-23	R\$ 5,27
jul-23	R\$ 4,98
jun-23	R\$ 5,05
mai-23	R\$ 5,33
abr-23	R\$ 5,68
mar-23	R\$ 5,79
Média	R\$ 5,35

Fonte: Tabelas de Frete

Portanto, para fins do cálculo dos custos dos roteiros, foi utilizado o valor fixo de R\$5,35/L para as distâncias percorridas pelos veículos analisados, independente da data da coleta.

Com isso, para determinar o custo total de combustível por coleta, foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{Custo de Combustível} = \frac{\text{Total KM}}{\text{Consumo}} * \text{Preço/litro} \quad (1)$$

Após realizar os cálculos, o custo de combustível por cada KM percorrido ficou em R\$2,675, ou seja, caso sejam percorridos, por exemplo, 100 KM durante uma coleta, o custo com combustível será igual a R\$267,50.

4.3.2 Custo de mão de obra

Todas as coletas analisadas contam com a presença de um motorista e mais alguns garis, variando de 2 a 4, dependendo da necessidade. Como os dados referentes aos salários desses funcionários não estavam acessíveis, foram utilizadas as informações obtidas em editais mais recentes no site da própria Comcap e em sites especializados em informações salariais das empresas como o Glassdoor.

Foi identificado que o salário base inicial para um gari e motorista na Comcap é igual a R\$2.500 e R\$3.000, respectivamente. Contudo, como nas coletas há uma mistura entre funcionários mais novos e mais experientes, foi utilizado o salário médio encontrado para ambos os funcionários, sendo ele de R\$3.000 para os garis e de R\$3.600 para os motoristas. Porém, segundo a NR 15, os funcionários que trabalham com esse tipo de resíduo orgânico têm direito a um adicional de insalubridade igual a 40% sobre os seus respectivos salários base.

Dessa forma, o salário base de um gari considerado foi de R\$ 3.000 com o acréscimo de 40% de insalubridade, resultando em R\$4.200. Já para os motoristas, o salário base seria de R\$3.600, com o acréscimo de 40% insalubridade resultou em R\$5.040.

Entretanto, para considerar os custos para a empresa, deve-se considerar os tributos pagos sobre a folha salarial que, para esses tipos de funções, são de 70% sobre os vencimentos. Assim, para os garis com salário de R\$4.200, os gastos seriam de R\$7.140, enquanto para os motoristas com salário de R\$5.040, os gastos resultariam em R\$8.568.

Por fim, também são adicionados alguns custos extras com funcionários referentes ao vale alimentação oferecido para todos (em torno de R\$30 por dia de trabalho) e vale transporte para alguns (não especificado os critérios), totalizando o

custo médio mensal aproximado por gari em R\$8.000 e por motorista em R\$9.500. Essas informações estão detalhadas na Tabela 3.

Tabela 3 – Custo total por funcionário

Custo	Gari	Motorista
Salário Médio	R\$ 3.000,00	R\$ 3.600,00
Insalubridade (40%)	R\$ 1.200,00	R\$ 1.440,00
Total	R\$ 4.200,00	R\$ 5.040,00
Impostos (70%)	R\$ 2.940,00	R\$ 3.528,00
VR+VA	R\$ 860,00	R\$ 932,00
Custo Total	R\$ 8.000,00	R\$ 9.500,00

Como esses valores são referentes ao custo mensal com os funcionários, foi preciso determinar o custo por hora, pois a informação que será utilizada no cálculo do valor para os roteiros é a de horas trabalhadas em cada coleta. Tanto para os garis quanto para os motoristas, a carga horária mensal é de 220 horas.

Assim, para o caso dos garis, teremos o custo de R\$8.000 dividido por 220 horas, resultando em um custo por hora de R\$36,36. Já para os motoristas, o custo de R\$9.500 dividido pelas 220 horas mensais, resulta em um custo horário de R\$43,18 (Tabela 4).

Tabela 4 – Custo por hora dos funcionários

Funcionário	Custo Total	Custo por hora
Gari	R\$ 8.000,00	R\$ 36,36
Motorista	R\$ 9.500,00	R\$ 43,18

4.3.3 Custo por tonelada

Após o cálculo dos custos analisados, o custo total para cada uma das coletas pôde ser calculado pela soma do custo de combustível com o custo de mão de obra. Com o custo total identificado, o próximo passo foi determinar o custo por tonelada de resíduo coletado para que seja possível padronizar a comparação entre os diversos roteiros.

Para isso, dividiu-se todo o custo total encontrado pela quantidade total de resíduo coletado (peso líquido) e o multiplicou por 100, já que o peso está apresentado em kg.

$$\text{Custo por Tonelada} = \frac{\text{Custo Total}}{\text{Peso Líquido (Kg)}} * 1000 \quad (2)$$

4.4 ETAPA 3: DETERMINAÇÃO DO CUSTO POR TONELADA DE RESÍDUO COLETADO PARA CADA ROTEIRO

Com os custos de mão de obra e de combustível já definidos, foi realizado o cálculo do custo por tonelada para cada uma das coletas analisadas na base. Considerando todos os valores encontrados, a média geral ficou em R\$108,37 por tonelada de resíduo, contudo, é preciso ressaltar que houve uma certa variabilidade dos dados, visto que o maior valor encontrado foi de R\$1.509,09 e o menor valor igual a R\$32,39.

O principal fator que influenciou esses valores extremos, principalmente para o caso do maior custo, foi a quantidade muito baixa de resíduo coletado durante esse roteiro, o que influenciou significativamente o custo por peso. Entretanto, entre as mais de 16000 coletas analisadas, apenas 229 (0,15% do total) atingiram valores superiores a R\$300 por tonelada enquanto 172 (0,10% do total) possuem custos inferiores a R\$50 por tonelada.

Assim, foi preciso utilizar a média simples para que fosse possível identificar os roteiros que possuem o pior custo por tonelada e, após compará-los, escolher aqueles que necessitam de maior atenção. Vale lembrar que foram analisados roteiros de 6 regiões diferentes, que são: Sul-matutino, Centro, Oeste, Leste, Sul-noturno e Morro.

Como citado, a forma de cálculo utilizada foi a de média simples, que é uma medida de tendência central e leva em consideração todas as amostras de cada um dos roteiros e, com isso, determina quais são os roteiros mais e menos eficientes em termos de custo.

Para os 10 roteiros com melhor performance em relação ao custo, foi possível observar que eles se concentraram, principalmente, nos roteiros do Centro (8 ocorrências) e do Oeste (2 ocorrências), as demais regiões não apareceram nessas classificações. O menor valor médio encontrado foi de R\$56,57 para o roteiro B5N, conforme mostra a Tabela 5.

Tabela 5 – Os 10 roteiros com menor custo de coleta

Roteiro	R\$/ton	Região
B5N	R\$ 56,57	Centro
B7N	R\$ 56,82	Centro
C7DN	R\$ 63,71	Centro
O8N	R\$ 65,56	Oeste
O6N	R\$ 66,90	Oeste
B3N	R\$ 70,33	Centro
C3DN	R\$ 73,11	Centro
C2N	R\$ 74,86	Centro
C5DN	R\$ 77,63	Centro
C2DN	R\$ 83,83	Centro

Por outro lado, em relação aos 10 piores roteiros em termos de custo por tonelada, houve uma grande dominância dos roteiros Sul-Matutino (9 ocorrências) e apenas 1 roteiro do Morro, não havendo representantes das outras regiões. O maior valor médio encontrado foi no roteiro S24V que, apesar de fazer parte da região Sul-Matutino, é o único vespertino da análise, com o custo de R\$208,96, sendo quase 4x superior ao do B5N, que obteve o melhor resultado (Tabela 6).

Tabela 6 – Os 10 roteiros com maior custo de coleta

Roteiro	R\$/ton	Região
S24V	R\$ 208,96	Sul - Matutino
S2M	R\$ 203,71	Sul - Matutino
S4M	R\$ 166,27	Sul - Matutino
S3M	R\$ 161,64	Sul - Matutino
S21M	R\$ 159,76	Sul - Matutino
S1M	R\$ 159,29	Sul - Matutino
BS3M	R\$ 157,80	Morro
S18M	R\$ 154,65	Sul - Matutino
S19M	R\$ 153,38	Sul - Matutino
S14M	R\$ 152,62	Sul - Matutino

Por fim, também foi possível analisar a média de custos por região, para entender se existia uma grande diferença entre elas. Conforme esperado pelo que foi visto nos roteiros com os 10 menores custos, as regiões Centro e Oeste possuem um custo significativamente menor do que as outras 4 regiões, dentre as quais destaca-

se a Sul-Matutino, o que por sua vez também era esperado considerando os roteiros com os 10 maiores custos (Tabela 7).

Tal diferença pode ser justificada por alguns fatores como a menor distância média percorrida nas regiões Centro e Oeste, uma maior quantidade de resíduo coletado por coleta e uma menor quantidade média de horas trabalhadas por funcionários. A soma desses 3 fatores ocasiona nessa diferença entre essas duas regiões e as demais.

Tabela 7– Custo de coleta por tonelada por região

Região	R\$/ton
Sul - Matutino	R\$ 162,32
Morro	R\$ 127,78
Leste	R\$ 121,57
Sul - Noturno	R\$ 118,39
Centro	R\$ 75,68
Oeste	R\$ 71,95

A tabela 8 apresenta essa comparação entre os fatores citados, mostrando que enquanto a região Sul-Matutino possui a maior duração média de coleta, a maior distância total percorrida e o menor número de resíduo por coleta recolhido, a região Oeste se encontra no outro lado do espectro para os 3 parâmetros.

Tabela 8 – Comparação entre a média de parâmetros para as regiões

Região	Duração (h)	Distância (KM)	Resíduo (ton)
Sul - Matutino	5,2	69,5	6,6
Morro	4,8	55,4	8,1
Leste	4,1	50,1	7,1
Sul - Noturno	3,9	65,5	7,3
Centro	3,8	49,2	10,5
Oeste	3,6	45,2	10,5

4.5 ETAPA 4: ANÁLISE DOS ROTEIROS COM MAIOR CUSTO POR TONELADA COLETADA

Com base nos resultados da análise relacionada ao custo por tonelada de cada um dos roteiros, os 10 roteiros que apresentaram os maiores custos foram selecionados para serem analisados no presente trabalho.

Além disso, mais 6 roteiros serão analisados, sendo aqueles classificados entre a 11ª e 15ª posição (SS9M, O3M, S13N, CS5M, CS3M) e um último pertencente a região Leste (L4N), que apesar de estar classificado em 19º, foi selecionado para que também fosse possível ter um representante dessa região.

Tabela 9 – Demais roteiros selecionados

Roteiro	R\$/ton	Região
SS9M	R\$ 149,06	Morro
O3M	R\$ 144,50	Oeste
S13N	R\$ 143,81	Sul - Noturno
CS5M	R\$ 140,63	Morro
CS3M	R\$ 137,60	Morro
L4N	R\$ 126,79	Leste

Entretanto, não foi possível analisar o roteiro O3M pois verificou-se que os seus últimos registros são do início de 2022, o que significa que ele foi diluído em outros roteiros no último ano. Dessa forma, os 15 roteiros remanescentes selecionados para análise, em ordem alfabética, estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10 – Roteiros selecionados

Roteiro	Região
BS3M	Morro
CS3M	Morro
CS5M	Morro
L4N	Leste
S1M	Sul - Matutino
S2M	Sul - Matutino
S3M	Sul - Matutino
S4M	Sul - Matutino
S13N	Sul - Noturno
S14M	Sul - Matutino
S18M	Sul - Matutino
S19M	Sul - Matutino
S21M	Sul - Matutino
S24V	Sul - Matutino
SS9M	Morro

A seguir, serão apresentados e detalhados os dois problemas encontrados que justificam os altos custos dos roteiros analisados, que são: baixa ocupação do veículo de coleta e o número de garis utilizados para cada coleta. Para cada um deles, serão apresentadas soluções para redução de custos.

4.5.1 Ocupação do veículo

Um dos fatores mais relevantes no cálculo do custo por tonelada é a quantidade de resíduo que é coletada em relação a capacidade disponível no caminhão coletor. Para realizar esse cálculo é preciso dividir a quantidade total de resíduo coletada pelo espaço disponível (em toneladas) no caminhão, considerando todas as viagens de uma coleta. Por exemplo, se considerarmos uma coleta que foi realizada em 2 viagens, com uma capacidade disponível de 5 toneladas e com um total de resíduo coletado de 8 toneladas, a taxa de ocupação do veículo será igual a 80%, já que a capacidade disponível deve ser multiplicada por 2 e foram feitas duas viagens. Esse ajuste não precisa ser feito no total coletado pois os valores informados na planilha para esse dado já contabilizam todas as viagens realizadas.

Em alguns casos foi observado que essa porcentagem pode ser maior que 100%, o que significa que houve um excesso de peso coletado em relação ao que estaria disponível no caminhão. Isto pode acontecer devido à capacidade disponível ser apenas o limite de peso recomendável para não danificar o veículo, mas nada impede que se ultrapasse esse peso em algumas situações. Apesar dessa prática reduzir o custo por tonelada, ela não é recomendável do ponto de vista da durabilidade dos veículos, sendo realizado um registro no sistema na ocorrência dessa situação.

Considerando os roteiros que estão sendo analisados, o resultado da porcentagem média de ocupação encontrado foi bem variado conforme mostra a Tabela 11.

Tabela 11 – Utilização Média por Roteiro

Roteiro	% Utilizada
S24V	64%
CS5M	71%
SS9M	76%
S1M	82%
CS3M	86%
L4N	88%
BS3M	89%
S18M	94%
S13N	97%
S2M	98%
S21M	101%
S3M	104%
S19M	109%
S4M	113%
S14M	116%

Dentre os 15 roteiros analisados, 5 deles apresentaram médias superiores a 100%, o que indica um super utilização do veículo. Além disso, sabendo que a média geral de ocupação, considerando todos os 50 roteiros, é de 91%, 7 dos 15 roteiros analisados se encontram abaixo da média. Para um estudo mais aprofundado visando encontrar possíveis soluções viáveis para esse problema, foram selecionados os 5 piores roteiros em relação a sua ocupação que são: o S24V (Sul - Matutino), o CS5M (Morro), SS9M (Morro), S1M (Sul – Matutino) e CS3M (Morro).

4.5.1.1 Roteiro S24V

Para esse roteiro, conforme mostra a Tabela 12, a maior parte das coletas realizadas no período foram feitas utilizando apenas 1 viagem. Além disso, as capacidades médias disponíveis por viagem nos 3 tipos de coleta (com 1, 2 ou 3 viagens) apresentam valores próximos, entre 6,1 e 6,3 toneladas.

Tabela 12 – Análise das coletas do roteiro S24V

Número de viagens	% de coletas	Capacidade disponível total (ton)	Resíduo coletado (ton)	% de ocupação
1	74,7%	6,3	4,1	66%
2	24,7%	12,4	7,1	57%
3	0,7%	19,3	10,2	53%
Média			4,9	64%

Independentemente do número de viagens realizadas por coleta, o percentual de utilização não superou o valor de 66%, o que pode ser considerado como um valor muito baixo, já que a média geral de todos os roteiros é de 91%.

É válido ressaltar que as coletas deste roteiro são realizadas com uma frequência de 3x por semana. Assim, analisando essa baixa ocupação e alta disponibilidade de espaço nos veículos coletores para todos os números de viagens, uma solução proposta foi a redução da frequência de coleta para 2x por semana.

Tal alteração, representada na Tabela 13, levou em consideração que tanto o percentual de coletas por tipo de coleta, quanto a capacidade disponível em cada um desses tipos de coleta foram mantidas nas proporções. O único fator que sofreu alteração foi o resíduo coletado, que aumentou na proporção 3/2, visto que aqueles valores se referem ao que foi coletado em 3 dias, portanto para realizar a conversão e descobrir o que seria esperado em 2 dias, foi preciso multiplicar tais valores por esse fator.

Tabela 13 – Análise das coletas do roteiro S24V com as alterações

Número de viagens	% de coletas	Capacidade disponível total (ton)	Resíduo coletado (ton)	% de utilização
1	74,7%	6,3	6,2	99%
2	24,7%	12,4	10,7	86%
3	0,7%	19,3	15,3	79%
Média			7,4	95%

Com essa modificação, o percentual de utilização média aumentou em mais de 30 pontos percentuais, atingindo o valor de 95%. Além disso, seriam coletadas, em média, 7,4 toneladas em cada coleta, um número muito superior às 4,9 toneladas originais.

Assim, sabendo que não foram feitas alterações no trajeto ou no número de funcionários, foi possível afirmar que esses custos variáveis continuariam constantes. Essa solução se mostrou viável pois, como a quantidade de resíduo por coleta aumentou, o custo por tonelada irá diminuir em uma proporção similar já que são inversamente proporcionais.

Com a redução desse dia de serviço, além de gerar redução de custos neste roteiro, tanto os funcionários quanto os veículos, podem, por exemplo, ser realocados para outros tipos de coleta ou serviços dentro da Comcap que estejam precisando de apoio.

4.5.1.2 Roteiro CS5M

Neste outro roteiro, há 4 tipos de coleta diferentes podendo ser de 1, 2, 3 ou 4 viagens. Com exceção das coletas com 4 viagens que representam menos de 1% do total do roteiro, todas as outras possuem baixos percentuais de ocupação, variando entre 63% e 70%.

Além disso, a Tabela 14 também mostra que a maior parte das coletas é realizada em 2 viagens.

Tabela 14 – Análise das coletas do roteiro CS5M

Número de viagens	% de coletas	Capacidade disponível total (ton)	Resíduo coletado (ton)	% de utilização
1	14,3%	5,1	3,2	63%
2	63,7%	9,6	6,6	69%
3	21,3%	14,4	10,1	70%
4	0,7%	16,4	15,1	92%
Média			6,9	68%

Assim como no caso do roteiro S24V apresentado anteriormente, a frequência de coleta é de 3x por semana. Dessa forma, como o roteiro CS5M também apresentou baixos percentuais de utilização para todos os seus tipos de coleta mais representativos, foi proposta a solução de reduzir a frequência de coleta para duas vezes por semana.

Esse ajuste pode ser visto em detalhes na Tabela 15, que contou apenas com a modificação no resíduo coletado pelo fator de 3/2 já comentado no roteiro anterior, mantendo as outras proporções constantes.

Tabela 15 – Análise das coletas do roteiro CS5M com as alterações

Número de viagens	% de coletas	Capacidade disponível total (ton)	Resíduo coletado (ton)	% de utilização
1	14,3%	5,1	4,8	94%
2	63,7%	9,6	9,9	103%
3	21,3%	14,4	15,2	105%
4	0,7%	16,4	22,7	138%
Média			10,4	103%

É possível perceber que essa modificação aumentou significativamente a utilização média, porém, ela ficou acima de 100%, o que significa que extrapolou a capacidade dos veículos. No entanto, para as coletas mais significativas de 1 a 3 viagens, o excedente foi de no máximo 5% (para a coleta de 3 viagens). Então, um aumento de 5% na capacidade média dos veículos para esse tipo de coleta já solucionaria o problema.

Por exemplo, caso a capacidade média das coletas de 1 viagem fosse replicada para as outras, o problema já seria resolvido. Essa pequena modificação na distribuição da frota é considerada viável, até porque poderia ser utilizados caminhões de outros roteiros, como por exemplo o do S24V que com a alteração na frequência irá ter 1 dia de ociosidade, ou até mesmo desse próprio roteiro pois os veículos também teriam 1 dia de ociosidade com a modificação.

Assim, essa solução aumentou a quantidade de resíduo coletada em, aproximadamente, 3,5 toneladas, reduzindo os custos por tonelada do roteiro, já que os outros custos variáveis se mantiveram constantes.

De maneira análoga ao que foi constatado no roteiro S24V, com esse ajuste da frequência, os funcionários e veículos possuem o período correspondente a uma coleta do roteiro de ociosidade, sendo possível a alocação em outras coletas da Comcap.

4.5.1.3 Roteiro SS9M

Nesse roteiro pertencente a região do morro, há 3 tipos diferentes de coleta, variando de 1 a 3 viagens, contudo a maior parte delas é realizada em 2 viagens. Outra informação importante que é mostrada na Tabela 16 refere-se ao percentual de utilização de cada uma das viagens. As coletas que são feitas com 2 viagens apresentam os piores valores, com uma média de utilização de 69%, enquanto as outras possuem números maiores do que 80%.

Tabela 16 – Análise das coletas do roteiro SS9M

Número de viagens	% de coletas	Capacidade disponível total (ton)	Resíduo coletado (ton)	% de utilização
1	20,9%	4,6	4,0	87%
2	76,0%	9,5	6,6	69%
3	3,1%	13,7	11,6	85%
Média			6,2	74%

Levando em consideração os 3 tipos de coleta, as capacidades médias disponíveis por viagem apresentaram valores em uma faixa similar compreendida entre 4,6 e 4,8 toneladas. Ainda, é preciso ressaltar que esse roteiro é realizado em uma frequência de 3x por semana.

Sabendo que esse roteiro possui uma frequência de coleta de 3x por semana, assim como os dois anteriores, e analisando a baixa ocupação no tipo de coleta com a maior representatividade no roteiro, foi proposta a solução de diminuir a frequência para 2x por semana, visando aumentar a ocupação e reduzir os custos.

A Tabela 17 mostra o resultado dessa alteração com os parâmetros já ajustados para essa redução da frequência.

Tabela 17 – Análise das coletas do roteiro SS9M com as alterações

Número de viagens	% de coletas	Capacidade disponível total (ton)	Resíduo coletado (ton)	% de utilização
1	20,9%	4,6	6,0	130%
2	76,0%	9,5	9,9	104%
3	3,1%	13,7	17,4	127%
Média			9,3	110%

Conforme esperado, essa alteração causou um aumento na utilização média que até superou em 10 pontos percentuais o limite de 100%, o que indica que a capacidade média disponível existente não suportaria a quantidade total de resíduo coletada.

No entanto, analisando com mais detalhes o resultado, percebe-se que para a coleta com 2 viagens, que é a mais representativa, essa utilização é de 104%, com uma diferença de 4% em relação ao máximo esperado, que poderia ser alcançada utilizando veículos ociosos de outros roteiros, como dos dois outros modificados neste trabalho, o S24V e o CS5M.

Já os outros 2 tipos, que possuem uma representação somada de 24% nas coletas do roteiro, atingiram elevadas utilizações. Contudo, devido a baixa recorrência deles, seria possível considerar a realocação temporária de veículos provenientes de outros roteiros e até de outros tipos de coleta para essas ocasionais ocorrências.

Apesar desse cenário exigir um maior ajuste da frota do que os anteriores por parte da Comcap, é considerada uma solução viável que aumentou em pouco mais de 3 toneladas a quantidade coletada, fazendo com que o respectivo custo por tonelada do roteiro fosse reduzido.

4.5.1.4 Roteiros S1M e CS3M

Por fim, foram analisados esses dois roteiros visando encontrar soluções similares aos anteriores. Enquanto o roteiro S1M possui apenas 2 tipos de coleta, com a grande parte concentrada nas coletas com 1 viagem, o roteiro CS3M possui 4 tipos de coleta diferentes, com a maior parte sendo nas de 2 viagens.

As Tabelas 18 e 19 mostram as informações mais detalhadas para cada tipo de coleta desses 2 roteiros.

Tabela 18 – Análise das coletas do roteiro S1M

Número de viagens	% de coletas	Capacidade disponível total (ton)	Resíduo coletado (ton)	% de utilização
1	89,1%	7,9	6,4	81%
2	10,9%	18,3	11,6	63%
Média			7,0	79%

Tabela 19 – Análise das coletas do roteiro CS3M

Número de viagens	% de coletas	Capacidade disponível total (ton)	Resíduo coletado (ton)	% de utilização
1	8,2%	4,9	3,7	76%
2	89,0%	8,6	7,3	85%
3	2,1%	12,5	10,9	87%
4	0,7%	16,6	16,2	98%
Média			7,1	84%

Enquanto para o roteiro S1M, a pior taxa de utilização foi a do tipo de coleta mais representativo, no roteiro CS3M o menor percentual foi a da coleta com uma viagem com um percentual pequeno de 8% no total de coletas.

Assim como os foi feito com os três piores roteiros em termos de utilização, uma solução proposta foi a de redução da frequência de 3x por semana para 2x, já que ambos os roteiros também apresentavam tal frequência.

Os resultados desses ajustes podem ser conferidos nas Tabelas 20 e 21.

Tabela 20 – Análise das coletas do roteiro S1M com as alterações

Número de viagens	% de coletas	Capacidade disponível total (ton)	Resíduo coletado (ton)	% de utilização
1	89,1%	7,9	9,6	122%
2	10,9%	18,3	17,4	95%
Média			10,4	119%

Tabela 21 – Análise das coletas do roteiro CS3M com as alterações

Número de viagens	% de coletas	Capacidade disponível total (ton)	Resíduo coletado (ton)	% de utilização
1	8,2%	4,9	5,6	113%
2	89,0%	8,6	11,0	127%
3	2,1%	12,5	16,4	131%
4	0,7%	16,6	24,3	146%
Média			10,7	126%

Para o roteiro S1M, foi observado que a média de utilização, após a aplicação dos ajustes, extrapolou em quase 20 pontos percentuais o valor limite desejável de 100%. Ainda, é possível notar que justamente o tipo de coleta mais representativo foi o único que superou o valor desejado.

Já no caso do roteiro CS3M, a média de utilização foi ainda maior, atingindo 126%, com todos os tipos de coleta acima dos 100%.

Diferentemente dos casos anteriores dos roteiros CS5M e SS9M onde a diferença era bem menor, e os valores representativos estavam próximos de 100%, essa solução não foi considerada viável para os roteiros S1M e CS3M pois mesmo que sejam tentadas alterações nas frotas, é provável que mesmo assim o percentual continuaria acima dos 100%, o que poderia ocasionar sobrecarga de veículos

(podendo danificá-los) ou até mesmo a necessidade de viagens adicionais, o que prejudicaria o custo por tonelada e não faria sentido no contexto de redução de custos.

4.5.2 Número de garis

Outro fator que tem uma elevada relevância no cálculo do custo por tonelada de cada um dos roteiros é a quantidade de garis utilizada durante as viagens de coleta. Foi observado que, em basicamente todos eles, existem variações no número de garis entre os mesmos roteiros, mas em dias diferentes. Dessa forma, o ideal é identificar o número mínimo viável para cada um deles e aplicar essa alteração para reduzir os custos.

Entretanto, é necessário garantir que a redução no número de funcionários não gere um aumento colateral no tempo das coletas ou uma redução na quantidade de resíduo coletada, pois caso uma dessas situações ocorra, a redução no custo com o gari retirado poderá ser compensada nesses outros fatores, não gerando redução real nos custos.

A Tabela 22 apresenta o percentual de coletas por quantidade de garis para cada um dos roteiros analisados.

Tabela 22 – Percentual de coletas por quantidade de garis

Roteiro	Percentual de Coletas Realizadas		
	2 garis	3 garis	4 garis
BS3M	1%	5%	94%
CS3M	0%	6%	94%
CS5M	0%	4%	96%
L4N	4%	24%	72%
S1M	1%	35%	64%
S2M	2%	50%	48%
S3M	2%	47%	51%
S4M	1%	46%	53%
S13N	1%	28%	71%
S14M	1%	42%	57%
S18M	1%	47%	51%
S19M	2%	46%	52%
S21M	1%	53%	46%
S24V	3%	66%	31%
SS9M	0%	5%	95%

Analisando a distribuição dos valores encontrados para as coletas realizadas, notou-se que para todos os roteiros, com exceção do BS3M, CS3M, CS5M e SS9M, foram utilizados 3 garis em pelo menos 24% das coletas realizadas, o que demonstra uma ocorrência suficiente para garantir que esse número de garis poderia ser ampliado para as outras coletas desses roteiros.

Já para o uso de 2 garis nos roteiros, devido à baixa utilização nos dados coletados, não há ocorrências suficientes nos dados para garantir que seria possível replicar essa quantidade de funcionários para todas as coletas dos roteiros.

O próximo passo se tratou da verificação relacionada a viabilidade da solução de 3 garis para os roteiros, considerando o tempo médio de coleta por quantidade de garis, que pode ser observada na Tabela 23.

Tabela 23 – Tempo médio de coleta por quantidade de garis

Roteiro	Tempo Médio de Coletas (horas)		
	2 garis	3 garis	4 garis
BS3M	2,2	5,0	5,6
CS3M	-	4,3	4,4
CS5M	-	3,5	4,5
L4N	3,8	4,1	4,0
S1M	4,2	5,3	5,3
S2M	5,8	5,3	5,1
S3M	4,6	5,4	5,3
S4M	4,8	5,3	5,1
S13N	3,4	3,7	4,0
S14M	7,1	5,5	5,3
S18M	4,6	4,9	4,8
S19M	4,6	5,5	5,0
S21M	4,3	5,3	5,0
S24V	4,1	5,2	4,8
SS9M	-	3,7	4,2

Como mostra a Tabela 23, não foi possível estabelecer nenhuma relação entre a diminuição do número de garis e o aumento do tempo médio de coleta (o que poderia gerar custos extras). Na verdade, em alguns dos roteiros retratados, o aumento do número de garis causou um leve incremento no tempo médio de coletas, enquanto em outros esse valor é igual ou um pouco inferior, ou seja, manter um número mínimo viável de garis para cada roteiro não tende a aumentar o tempo de coleta.

Por fim, foi preciso analisar a influência da alteração do número de garis na quantidade média de resíduo coletada em cada um dos roteiros, conforme a Tabela 24.

Tabela 24 – Quantidade média de resíduo coletado por quantidade de garis

Roteiro	Média de resíduo coletado (ton)		
	2 garis	3 garis	4 garis
BS3M	4,8	7,2	7,6
CS3M	-	6,3	7,2
CS5M	-	4,9	7,0
L4N	5,2	6,4	6,9
S1M	5,0	5,5	5,9
S2M	9,3	7,2	7,1
S3M	5,4	6,9	6,3
S4M	5,3	7,0	6,6
S13N	3,7	7,0	7,0
S14M	4,6	6,5	6,7
S18M	3,9	5,0	4,8
S19M	5,6	5,7	5,8
S21M	5,2	6,7	6,7
S24V	5,5	6,5	6,5
SS9M	-	5,2	6,3

A tabela mostra que, com exceção dos 4 roteiros que não estão sendo considerados para a utilização de 3 garis em todas as coletas, todos os outros possuem uma média de resíduo coletado similar tanto para 4 garis quanto para 3, sendo que em nenhum caso a diferença entre os dois foi superior a 10%, e até mesmo em alguns roteiros o menor número de garis gerou mais resíduo. Portanto, a diminuição do número de garis, não reduziu o número de resíduo coletado.

Dessa forma, a solução referente ao uso de 3 garis nos roteiros: L4N, S1M, S2M, S3M, S4M, S13N, S14M, S18M, S19M, S21M e S24V foi considerada viável e aplicável, resultando em uma redução no custo de funcionários por roteiro, o que acabou por reduzir os custos por tonelada, já que as outras variáveis ficariam constantes. As informações detalhadas dessas reduções nos custos serão apresentadas no tópico 4.6.

Vale ressaltar que, como consequência dessa alteração, muitos funcionários ficaram ociosos e, portanto, podem ser realocados para, por exemplo, outros tipos de coleta dentro da Comcap, ou até mesmo para ajudar em outras tarefas na empresa.

4.6 ETAPA 5: ANÁLISE DE CENÁRIOS DOS CUSTOS DOS ROTEIROS

Nessa parte do artigo serão apresentadas as análises de cenários considerando as alterações propostas anteriormente. Vale ressaltar que, para fins de cálculo do novo custo médio por tonelada para cada um dos roteiros, foram utilizados os valores médios de cada roteiro que foi obtido no período analisado, a não ser dos itens que foram alterados durante a análise para recalculá-los os custos. A comparação será com os valores de custo por tonelada obtidos na etapa 1.

As análises foram, em um primeiro momento, separadas pelo tipo de alteração realizada e, ao final do trabalho, serão apresentadas a melhor alternativa para cada um dos roteiros, mostrando também a estimativa de redução anual dos custos da Comcap.

4.6.1 Análise de cenários com ajustes na frequência de coleta

Os roteiros que possuem soluções relacionadas com a redução da frequência de coleta de 3x por semana para apenas 2x são: o S24V, o SS9M e o CS5M. Para todos eles, foram estimados novos valores de resíduos coletados com base nos ajustes realizados durante a alteração da frequência de coleta.

Com isso, para esses cenários, o único fator que foi alterado em relação aos valores originais foi justamente essa quantidade de resíduo coletada já calculada no tópico 4.5.1. Dessa forma, a Tabela 25 apresenta os seguintes resultados:

Tabela 25 – Análise de cenários para os ajustes da frequência de coleta

Roteiro	Cenário	Funcionários	Combustível	Total	Peso Líquido	Por Tonelada	Δ Original
S24V	Original	R\$ 816,63	R\$ 206,66	R\$ 1.023,29	4,9	R\$ 208,96	-
	Simulado	R\$ 816,63	R\$ 206,66	R\$ 1.023,29	7,4	R\$ 138,28	-34%
SS9M	Original	R\$ 773,27	R\$ 150,89	R\$ 924,16	6,2	R\$ 149,06	-
	Simulado	R\$ 773,27	R\$ 150,89	R\$ 924,16	9,3	R\$ 99,37	-33%
CS5M	Original	R\$ 828,57	R\$ 141,80	R\$ 970,37	6,9	R\$ 140,63	-
	Simulado	R\$ 828,57	R\$ 141,80	R\$ 970,37	10,4	R\$ 93,30	-34%

Todos os roteiros analisados para este ajuste na frequência de coleta apresentaram uma considerável redução próxima de 1/3 do valor original, o que está coerente com o que era esperado, visto que após os ajustes, serão realizadas 2/3 das

coletas originalmente realizadas, com um aumento proporcional do peso líquido coletado e, conseqüentemente, um novo valor por tonelada referente à 2/3 do original.

4.6.2 Análise de cenários com ajustes no número de garis

Para a solução proposta de fixar o número de garis em 3 para todas as coletas, 11 roteiros foram considerados, sendo eles: S24V, S2M, S1M, S4M, S3M, S21M, S18M, S14M, S19M, S13N e L4N.

Nesses cenários, tanto o custo com combustível quanto o peso de resíduo coletado foram mantidos constantes em relação aos valores originais de cada roteiro, pois a redução no número de garis não muda em nada o trajeto realizado por se tratar do mesmo roteiro e não reduz o peso coletado, como foi apresentado na seção 4.5.2. Portanto, o único fator alterado foi o custo com funcionários, sendo considerado a proporção de 100% das coletas realizadas com 3 funcionários sem modificar o tempo de coleta, conforme foi verificado na seção referente ao número de garis.

A Tabela 26 mostra o resultado dessa análise:

Tabela 26 – Análise de cenários para os ajustes no número de garis

Roteiro	Cenário	Funcionários	Combustível	Total	Peso Líquido	Por Tonelada	Δ Original
S24V	Original	R\$ 816,63	R\$ 206,66	R\$ 1.023,29	4,9	R\$ 208,96	-
	Simulado	R\$ 767,98	R\$ 206,66	R\$ 974,64	4,9	R\$ 199,03	-5%
S2M	Original	R\$ 877,59	R\$ 288,45	R\$ 1.166,04	5,7	R\$ 203,71	-
	Simulado	R\$ 791,94	R\$ 288,45	R\$ 1.080,39	5,7	R\$ 188,75	-8%
S1M	Original	R\$ 924,60	R\$ 185,35	R\$ 1.109,95	7,0	R\$ 159,29	-
	Simulado	R\$ 803,95	R\$ 185,35	R\$ 989,30	7,0	R\$ 141,98	-12%
S4M	Original	R\$ 883,52	R\$ 194,88	R\$ 1.078,40	6,5	R\$ 166,27	-
	Simulado	R\$ 786,46	R\$ 194,88	R\$ 981,34	6,5	R\$ 151,30	-10%
S3M	Original	R\$ 910,71	R\$ 168,57	R\$ 1.079,28	6,7	R\$ 161,64	-
	Simulado	R\$ 814,40	R\$ 168,57	R\$ 982,97	6,7	R\$ 147,22	-10%
S21M	Original	R\$ 861,81	R\$ 188,90	R\$ 1.050,71	6,6	R\$ 159,76	-
	Simulado	R\$ 780,09	R\$ 188,90	R\$ 968,99	6,6	R\$ 147,33	-8%
S18M	Original	R\$ 830,51	R\$ 190,46	R\$ 1.020,97	6,6	R\$ 154,65	-
	Simulado	R\$ 742,44	R\$ 190,46	R\$ 932,90	6,6	R\$ 141,31	-9%
S14M	Original	R\$ 930,93	R\$ 158,61	R\$ 1.089,54	7,1	R\$ 152,62	-
	Simulado	R\$ 822,81	R\$ 158,61	R\$ 981,42	7,1	R\$ 137,47	-11%
S19M	Original	R\$ 887,22	R\$ 149,04	R\$ 1.036,26	6,8	R\$ 153,38	-
	Simulado	R\$ 796,36	R\$ 149,04	R\$ 945,40	6,8	R\$ 139,93	-10%
S13N	Original	R\$ 701,00	R\$ 175,55	R\$ 876,55	6,1	R\$ 143,81	-
	Simulado	R\$ 597,98	R\$ 175,55	R\$ 773,53	6,1	R\$ 126,91	-13%
L4N	Original	R\$ 714,99	R\$ 127,29	R\$ 842,28	6,6	R\$ 126,79	-
	Simulado	R\$ 614,89	R\$ 127,29	R\$ 742,18	6,6	R\$ 111,72	-13%

Conforme esperado, os roteiros L4N e S13N que apresentaram a maior proporção original de coletas realizadas com 4 garis, 72% e 71% respectivamente, também foram os que tiveram uma maior redução estimada de custos igual a 13%. Por outro lado, o roteiro S24V que apresentava a menor proporção original de 4 garis, sendo ela apenas de 31%, obteve os piores resultados de redução dentre os roteiros analisados.

É importante ressaltar que, como um resultado imediato da aplicação dessa solução proposta, os funcionários que não forem mais utilizados nas coletas desses roteiros devem ser alocados em outras coletas da companhia, melhorando ainda mais a solução proposta pois geraria esse ganho secundário além do financeiro já apresentado.

4.6.3 Resumo da análise de cenários

Levando em consideração o melhor dos cenários estimados para cada um dos roteiros analisados para os quais foram encontradas possíveis soluções, foi feita uma tabela para comparar o ganho médio estimado individual e geral, conforme apresenta a Tabela 27.

Tabela 27 – Resumo da análise de cenários

Roteiro	Δ Original
S24V	-34%
S2M	-8%
S1M	-12%
S4M	-10%
S3M	-10%
S21M	-8%
S18M	-9%
S14M	-11%
S19M	-10%
SS9M	-33%
S13N	-13%
CS5M	-34%
L4N	-13%
Média	-16%

Para os roteiros analisados, a redução média esperada foi de 16% em relação ao custo original com todos apresentando uma economia de pelo menos 8% em comparação ao custo inicial.

Além disso, com esses novos valores por tonelada calculados, foi possível estimar uma economia anual da Comcap considerando os parâmetros da análise de cenários. Para isso, foi preciso estabelecer a economia (em R\$) entre cada um dos cenários originais por tonelada coletada. Ainda, foi necessário determinar a quantidade total coletada por ano por roteiro, utilizando os valores de toneladas por coleta já identificados e multiplicado pelo número de coletas anuais.

Como um ano possui, aproximadamente, 52 semanas, é possível multiplicar o número de semanas pelo respectivo número de coletas por semana de cada um dos roteiros e encontrar a quantidade de coletas anuais. Vale ressaltar que, para os roteiros com mudança na frequência de coleta, esse valor foi ajustado.

Finalmente, foi possível multiplicar o valor da economia por roteiro com a quantidade de resíduo coletado, chegando na economia anual por roteiro e, finalmente, ao somar todos, a economia anual geral estimada da Comcap.

Assim, o valor encontrado foi de: R\$305.205,69 conforme mostra a Tabela 28

Tabela 28 – Economia anual da Comcap

Roteiro	Redução/ton	Coletas/ano	Resíduo/coleta	Redução/ano
S24V	R\$ 70,68	104	7,4	R\$ 54.395,48
S2M	R\$ 14,96	156	5,7	R\$ 13.361,40
S1M	R\$ 17,31	156	7,0	R\$ 18.821,40
S4M	R\$ 14,96	156	6,5	R\$ 15.141,36
S3M	R\$ 14,42	156	6,7	R\$ 15.024,36
S21M	R\$ 12,43	156	6,6	R\$ 12.748,32
S18M	R\$ 13,34	156	6,6	R\$ 13.738,92
S14M	R\$ 15,14	156	7,1	R\$ 16.866,72
S19M	R\$ 13,45	156	6,8	R\$ 14.174,16
SS9M	R\$ 49,69	104	9,3	R\$ 48.056,32
S13N	R\$ 16,90	156	6,1	R\$ 16.071,12
CS5M	R\$ 47,33	104	10,4	R\$ 51.190,53
L4N	R\$ 15,07	156	6,6	R\$ 15.615,60
TOTAL				R\$ 305.205,69

5. CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo analisar os roteiros com os custos de coleta convencional mais elevados e a identificação de oportunidades de melhoria. Para alcançar esse objetivo geral, foram determinados alguns objetivos específicos.

Para o primeiro objetivo específico de identificar os roteiros de coleta convencional de resíduos na ilha de Florianópolis, foi realizada uma extração e tratamento da base de dados no período compreendido entre dezembro de 2021 e setembro de 2023. Com isso, foram identificados 50 roteiros diferentes dentre as mais de 16 mil coletas analisadas.

Já para identificar os custos envolvidos na coleta de resíduos para cada roteiro, foram identificados os custos variáveis envolvidos na coleta, de combustível e o de funcionários. Como tais custos não estavam acessíveis na empresa, foi realizada uma pesquisa para estabelecer o salário dos motoristas e garis da Comcap, assim como o preço médio do diesel entre março e agosto de 2023.

No terceiro objetivo específico de calcular o custo de coleta para cada roteiro, foram determinados os roteiros pelos seus respectivos custos por tonelada e, com isso, identificar aqueles com custos mais elevados. O maior custo por roteiro identificado foi de R\$208,96 por tonelada, enquanto o menor custo foi de R\$56,57. Foram analisados os 15 roteiros com os maiores custos, com exceção do O3M que foi excluído por causa da falta de dados recentes, além do roteiro L4N, totalizando 9 representantes da região Sul-Matutino, 4 do Morro, 1 do Leste e 1 do Sul-Noturno.

Para identificar os problemas que afetam os roteiros com maiores custos de coleta, foram pesquisados os fatores que influenciaram no aumento do custo, identificando-se que a baixa ocupação média dos veículos dos roteiros S24V, CS5M e SS9M era uma das causas. Além disso, a utilização de 4 garis em uma parcela das coletas dos roteiros também se mostrou prejudicial aos custos dos roteiros.

Em relação ao último objetivo específico relacionado as soluções de melhoria para os roteiros com os maiores custos de coleta, melhorando sua viabilidade, foram levantadas melhorias baseadas nos problemas individuais de cada um dos roteiros, buscando alternativas individuais para a redução dos custos da coleta. Com isso, as soluções propostas foram: a redução da frequência de coleta para alguns roteiros e a diminuição do número de garis por coleta.

A análise de cenários com essas alterações apontou uma redução média dos custos de coleta de 16% considerando todos os roteiros, trazendo uma economia anual de R\$305 mil para a Comcap.

Para trabalhos futuros é sugerido que seja realizada uma análise específica dos roteiros que atendem as servidões e daqueles sem trajeto (COEX) já que ficaram fora do escopo deste trabalho. Além disso, com todos os custos determinados, uma sugestão alternativa seria de compará-los com as receitas provenientes da “taxa do lixo” e estabelecer se a operação está deficitária e qual seria a taxa necessária para alcançar o ponto de equilíbrio.

REFERÊNCIAS

- ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2020**. Dezembro de 2020.
- ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2022**. Dezembro de 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8419**: aterros sanitários. Rio de Janeiro, 1992.
- BORNIA, Antonio Cezar. **Análise gerencial de custos: aplicação em empresas modernas** – 3ed – São Paulo: Atlas, 2017.
- BRASIL. **Decreto Presidencial nº 10.936**, de 13 de janeiro de 2022. Regulamenta a PNRS. Diário Oficial da União
- BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS). Diário Oficial da União
- CEMPRE. **Lixo municipal: manual de gerenciamento integrado / Coordenação geral André Vilhena** – 4ed – São Paulo, 2018
- CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**; tradução Luciana de Oliveira da Rocha – 2ed – Porto Alegre: Artmed, 2007.
- GARRISON, Ray H. **Contabilidade gerencial** – 14ed – Porto Alegre: AMGH, 2013.
- GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2019
- LOURENÇO, Dyego Assis. **Otimização de rotas de coleta de resíduos sólidos em uma área urbano: O caso da cidade de Campina Grande-PB**. Campina Grande, 2016

MARTINS, Eliseu. **Contabilidade de custos** – 9ed – São Paulo: Atlas, 2003.

OTTMANN, Gabriela. **Projeto básico – Anexo I: Contratação de empresa para serviços de coleta convencional de resíduos sólidos**. Caçapava do Sul, 2023.

PREFEITURA DE CAÇADOR. **Coleta regular e transporte dos resíduos sólidos domiciliares compactáveis, incluindo o fornecimento de contentores**. Caçador, 2023

RIBEIRO, Osni Moura. **Contabilidade de custos fácil** – 8ed – São Paulo: Saraiva, 2013.

WORLD BANK. **Trends in Solid Waste Management**. Disponível em: https://datatopics.worldbank.org/what-a-waste/trends_in_solid_waste_management.html. Acesso em: 10 out. 2023.

YANASE, João. **Custos e formação de preços: importante ferramenta para tomada de decisões** – 1ed – São Paulo: Trevisan, 2018.