

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

Jessica Agostinetti Til Cardoso

**AVALIAÇÃO DOS CUSTOS DE TRANSPORTE PARA UM NOVO CENTRO DE  
TRANSBORDO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS**

Florianópolis

2024

Jessica Agostinetti Til Cardoso

**AVALIAÇÃO DOS CUSTOS DE TRANSPORTE PARA UM NOVO CENTRO DE  
TRANSBORDO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS**

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia de Produção Elétrica do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Engenheira Eletricista com habilitação em produção.  
Orientador: Prof. Mônica Maria Mendes Luna, Dr.

Florianópolis

2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC

Cardoso, Jessica Agostinetto Til  
AVALIAÇÃO DOS CUSTOS DE TRANSPORTE PARA UM NOVO CENTRO  
DE TRANSBORDO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS / Jessica  
Agostinetto Til Cardoso ; orientadora, Monica Maria Mendes  
Luna, 2024.  
75 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro  
Tecnológico, Graduação em Engenharia de Produção Elétrica,  
Florianópolis, 2024.

Inclui referências.

1. Engenharia de Produção Elétrica. 2. Transporte de  
Resíduos Sólidos; Custos Logísticos; Logística de  
Transporte; Análise Econômica.. I. Luna, Monica Maria  
Mendes. II. Universidade Federal de Santa Catarina.  
Graduação em Engenharia de Produção Elétrica. III. Título.



Jessica Agostinetti Til Cardoso

**AVALIAÇÃO DOS CUSTOS DE TRANSPORTE PARA UM NOVO CENTRO DE  
TRANSBORDO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS**

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de  
“Engenheira Eletricista com habilitação em produção” e aprovado em sua forma final pelo  
Curso Engenharia de Produção Elétrica

Local, 09 de fevereiro de 2024.

---

Prof. Mônica Maria Mendes Luna, Dr.  
Coordenador do Curso

**Banca Examinadora:**

---

Prof.(a) Monica Maria Mendes Luna, Dr.(a)  
Orientador(a)  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof.(a) Rogério Feroldi Miorando, Dr.(a)  
Avaliador(a)  
Universidade Federal de Santa Catarina

---

Prof.(a) Viviane Vasconcellos Ferreira Grubisic, Dr.(a)  
Avaliador(a)  
Universidade Federal de Santa Catarina

Este trabalho é dedicado aos meus pais, minhas irmãs e meu marido.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu esposo, Lucas, por todo o apoio emocional e financeiro que ele me ofereceu ao longo da minha jornada acadêmica. Ele nunca poupou esforços para me auxiliar ou socorrer nos momentos mais desafiadores. Foi meu companheiro incansável e meu maior incentivador ao longo desses anos, sempre presente em cada pequena conquista. Ele acreditou em mim mais do que eu mesma, encorajando-me a alcançar o melhor de mim mesma. Sou verdadeiramente abençoada por ter um parceiro tão amoroso e dedicado como ele ao meu lado.

Agradeço a meu pai (*in memoriam*), por ter sido um constante estímulo em minha jornada acadêmica e na busca pelos meus sonhos. Desde os primeiros passos da minha infância, ele me presenteou com um amor incondicional e o apoio necessário para que eu pudesse trilhar um caminho de vida mais próspero do que o dele. Em todos os momentos, ele acreditou em mim e mesmo quando enfrentava adversidades no hospital, sempre me dizia para não me preocupar com ele, mas sim em focar na faculdade, nos meus estudos e no meu futuro.

Agradeço a minha mãe, Janete, pelo apoio incansável e por sua força inabalável diante de todas as adversidades que enfrentamos. Sua presença constante em minha vida é um verdadeiro presente, e sua torcida por mim é um lembrete constante do amor incondicional que ela tem por mim. Ela é meu porto seguro, aquele refúgio onde posso encontrar conforto e consolo. Sou imensamente grata por ter uma mãe tão incrível e inspiradora como ela.

Agradeço as minhas irmãs, Josiani e Jaqueline, pelo amor incondicional e cuidado que sempre dedicaram a mim. Com elas, pude compartilhar momentos preciosos e enfrentar desafios juntas, sabendo que sempre teria seu apoio incondicional. Elas foram minhas maiores torcedoras e estiveram presentes em todos os momentos importantes da minha vida. Sou imensamente abençoada por ter irmãs tão especiais, cuja presença em minha vida é um verdadeiro tesouro. O amor e a conexão que compartilhamos são uma fonte constante de alegria e conforto.

Agradeço imensamente à professora Mônica Luna, por todo o apoio e suporte incondicional ao longo da minha jornada acadêmica. Ela não apenas se tornou uma amiga, mas uma verdadeira psicóloga, sempre pronta para ajudar, mesmo quando eu a procurava tarde da noite ou nos fins de semana. Construímos uma relação maravilhosa, e ela sempre me incentivou a perseverar, mesmo quando parecia impossível concluir esse ciclo. Através dela, adquiri um conhecimento inestimável, pois ela constantemente trazia novas ideias, informações e *insights*, além de nos motivar a nos desafiar constantemente. Foi graças a ela que me apaixonei pela

área de dados, pois ela plantou a semente dessa paixão quando participei de um projeto sob sua orientação. E graças a todo o aprendizado que obtive, tive a oportunidade de ocupar uma vaga em uma das melhores empresas para se trabalhar no Brasil. Sou eternamente grata por ter tido a sorte de ter uma mentora tão incrível e inspiradora em minha vida.

Agradeço a dois professores especiais, Myriam Barbejat e Patrick Kuo Peng, que desempenharam um papel fundamental em minha jornada acadêmica e trouxeram uma nova perspectiva para minha vida. Eles não apenas compartilharam conhecimento de forma excepcional, mas também ajudaram a ressignificar muitas coisas em meu caminho de aprendizado. Sua dedicação e disposição em encontrar as melhores maneiras de transmitir conhecimento foram admiráveis. Eles estiveram sempre presentes, prontos para apoiar e guiar-me ao longo do processo. Sou grata por sua generosidade em compartilhar suas habilidades e conhecimentos de forma tão significativa. Agradeço por serem professores verdadeiramente especiais e por marcarem de forma positiva minha vida.

Por fim, meu mais sincero obrigado a todos que me auxiliaram e estiveram por perto torcendo para a conclusão dessa etapa em minha vida.

"Os livros não são feitos para que alguém acredite neles, mas para serem submetidos à investigação. Quando consideramos um livro, não devemos perguntar o que diz, mas o que significa." (Umberto Eco, 1980)

## RESUMO

A configuração ideal de uma rede logística visando reduzir os custos associados ao transporte emerge como uma necessidade para as organizações. Diante desse cenário desafiador, o foco deste estudo reside na análise da viabilidade financeira de implementar um novo centro de transbordo da empresa COMCAP na região norte de Florianópolis. O principal objetivo é avaliar se a instalação de um centro de transbordo próximo aos roteiros de coleta tem o potencial de reduzir os custos operacionais associados ao transporte de resíduos sólidos. O método adotado incluiu um levantamento dos roteiros utilizados e dos custos envolvidos no transporte de resíduos sólidos na região norte de Florianópolis. Além disso, foram conduzidas entrevistas e reuniões com diversos colaboradores da COMCAP para entender o sistema atual de transporte de resíduos sólidos. Os dados coletados foram submetidos a uma análise, visando a comparação de cenários e a identificação da configuração da rede logística mais atrativa em termos de eficiência operacional, minimização de custos e redução de tempo ineficiente. Ao considerar as variáveis críticas, como eficiência operacional, minimização de custos e redução de tempos ociosos, este estudo almeja oferecer uma visão mais abrangente e prática das implicações da instalação do novo centro de transbordo. Neste sentido, verificou-se que a instalação de uma nova infraestrutura está alinhada aos objetivos do estudo, já que a nova estrutura otimiza o uso de recursos e reduz os custos operacionais de transporte em 28,32%.

**Palavras-chave:** Transporte de Resíduos Sólidos; Custos Logísticos; Logística de Transporte; Análise Econômica.

## ABSTRACT

The ideal configuration of a logistics network aiming to reduce costs associated with transportation emerges as a necessity for organizations. Faced with this challenging scenario, the focus of this study lies in analyzing the financial feasibility of implementing a new transshipment center for the company COMCAP in the northern region of Florianópolis. The main objective is to evaluate whether installing a transshipment center close to collection routes has the potential to reduce operational costs associated with the transportation of solid waste. The method adopted included a survey of the routes used and the costs involved in transporting solid waste in the northern region of Florianópolis. In addition, interviews and meetings were conducted with several COMCAP employees to understand the current solid waste transportation system. The collected data was subjected to analysis, aiming to compare scenarios and identify the most attractive logistics network configuration in terms of operational efficiency, cost minimization and reduction of inefficient time. By considering critical variables, such as operational efficiency, cost minimization and reduction of idle times, this study aims to offer a more comprehensive and practical view of the implications of installing the new transshipment center. In this sense, it was found that the installation of a new infrastructure is aligned with the objectives of the study, as the new structure optimizes the use of resources and reduces transportation operating costs by 28.32%.

**Keywords:** Solid Waste Transportation; Logistic Costs; Transportation Logistics; Economic Analysis.

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Roteiros da região Norte.....	42
--	----

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Classificação dos resíduos sólidos .....	27
Figura 2 – Fluxo dos resíduos sólidos .....	28
Figura 3 - Resíduos sólidos considerados no estudo .....	31
Figura 4 - Fluxo dos resíduos sólidos considerado no estudo .....	32
Figura 5 - Divisão do município voltada a logística da coleta .....	33
Figura 6 - Rotas pertencentes à região Norte .....	34
Figura 7 - Configuração da rede logística atual .....	35
Figura 8 – Caminhão Coletor .....	36
Figura 9 – Caminhão de transferência.....	36
Figura 10 – Centro de transbordo.....	37
Figura 11 – Configuração da nova rede logística.....	38
Figura 12 - Relatório por roteiro analítico da coleta convencional .....	40
Figura 13 - Roteiro de acordo com o mapa de coleta convencional .....	40
Figura 14 - Consulta de remuneração dos servidores da Comcap .....	41
Figura 15 - Base de dados da região norte .....	44

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resumo anual região norte .....	45
Tabela 2: Custos gerais do veículo.....	46
Tabela 3: Desvio padrão dos custos dos veículos .....	47
Tabela 4 : Despesas com colaborador .....	48
Tabela 5: Custo por hora .....	49
Tabela 6: Custo de manutenção veículo por quilômetro percorrido .....	50
Tabela 7: Custo com combustível por quilômetro percorrido.....	51
Tabela 8: Distância entre o centro de transbordo e a zona de coleta.....	53
Tabela 9: Custo por Deslocamento .....	53
Tabela 10: Distância da zona de coleta .....	54
Tabela 11: Custo de deslocamento na zona.....	55
Tabela 12 - Custo horário de transferência de rejeitos.....	56
Tabela 13: Custo total de deslocamento por viagem.....	57
Tabela 14: Distância entre o novo centro de transbordo e zona de coleta .....	58
Tabela 15: Custo de deslocamento para a nova rede logística .....	58
Tabela 16: Custo total de deslocamento por viagem de acordo com a nova rede logística.....	59
Tabela 17 - Custo horário de transferência para a nova rede logística.....	59
Tabela 18: Comparação entre custo de deslocamento das redes logísticas.....	60
Tabela 19 - Comparação de custo total as configurações de redes logísticas .....	61
Tabela 20 - Comparação das distâncias percorridas entre as configurações de redes logísticas .....	62
Tabela 21: Comparação entre quilômetro e tempo total de deslocamento entre centro de transbordo e zona de coleta.....	62
Tabela 22 - Custo total para rede logística atual considerando a jornada de trabalho	63
Tabela 23 - Custo total para nova rede logística considerando a jornada de trabalho	63
Tabela 24: Salários dos motoristas da COMCAP .....	71
Tabela 25 - Média de uso semanal da frota para atender a região norte .....	73

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas

COMCAP Companhia de Melhoramento da Capital

DETRAN Departamento Estadual de Trânsito

ETL Extract Transform and Load

FGTS Fundo de Garantia por tempo de serviço

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IoT Internet das Coisas

IPVA Imposto sobre a propriedade de veículos automotores

MCMD Método dos custos médios desagregados

NBR Norma Brasileira

PMGIRS Plano Municipal de Gestão integrada de Resíduos Sólidos

PNRS Política Nacional de Resíduos Sólidos

SINTRASEM Sindicato dos Trabalhadores no Serviço Público Municipal de Florianópolis

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO .....	15
1.2	JUSTIFICATIVA DO TEMA .....	16
1.3	OBJETIVOS DO TRABALHO .....	16
<b>1.3.1</b>	<b>Objetivo Geral .....</b>	<b>16</b>
<b>1.3.2</b>	<b>Objetivos Específicos .....</b>	<b>17</b>
<b>2</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEORICA.....</b>	<b>17</b>
2.1	REDES LOGÍSTICAS .....	17
2.2	INSTALAÇÕES E TERMINAIS DE CARGA .....	18
2.3	CUSTOS LOGÍSTICOS.....	20
2.4	CUSTOS DE TRANSPORTE.....	23
2.5	RESÍDUOS SÓLIDOS .....	26
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>29</b>
3.1	DESCRIÇÃO DO PROBLEMA .....	30
3.2	A COLETA E DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS .....	34
3.3	ETAPAS DO ESTUDO.....	38
<b>4</b>	<b>DESENVOLVIMENTO.....</b>	<b>42</b>
4.1	DESCRIÇÃO DAS ROTAS E CUSTOS ENVOLVIDOS .....	42
<b>4.1.1</b>	<b>Identificação dos roteiros e resumo anual .....</b>	<b>42</b>
<b>4.1.2</b>	<b>Custo Horário.....</b>	<b>45</b>
<b>4.1.3</b>	<b>Custo por Quilômetro.....</b>	<b>50</b>
4.2	CÁLCULO DE CUSTO TOTAL NA CONFIGURAÇÃO DA REDE ATUAL .	52
<b>4.2.1</b>	<b>Custo de deslocamento entre o centro de transbordo e a zona de coleta.....</b>	<b>52</b>
<b>4.2.2</b>	<b>Custo de deslocamento dentro da zona de coleta.....</b>	<b>54</b>
<b>4.2.3</b>	<b>Custo com a transferência dos resíduos até o aterro sanitário.....</b>	<b>55</b>

<b>4.2.4</b>	<b>Custo total.....</b>	<b>56</b>
4.3	CÁLCULO DE CUSTO TOTAL PARA A NOVA REDE LOGÍSTICA .....	57
4.4	COMPARAÇÃO ENTRE AS REDES LOGÍSTICAS .....	60
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>64</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>66</b>
<b>7</b>	<b>APÊNDICE A – Salários Motoristas da COMCAP .....</b>	<b>71</b>
<b>8</b>	<b>APÊNDICE B – Média semanal de uso das frotas para atender a região norte</b>	<b>73</b>



# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

De acordo com Christopher (2018), a localização de uma instalação é um fator que influencia significativamente os custos de transporte de uma empresa. A decisão sobre onde estabelecer uma instalação, seja uma fábrica, armazém ou centro de distribuição, pode influenciar diretamente a eficiência operacional, os tempos de trânsito e, conseqüentemente, os custos logísticos.

Novaes et al., (2017) mencionam que a atividade de transporte influencia, de forma significativa, os custos das organizações e a qualidade do serviço prestado. Por isso, compreender e gerenciar esses custos de forma eficiente é essencial para evitar desperdícios, perdas de oportunidades e garantir a sustentabilidade financeira das empresas. Além disso, a otimização do transporte pode resultar em melhorias na eficiência operacional, na qualidade do serviço e na redução dos tempos de processo.

No contexto da gestão de resíduos sólidos, a atividade de transporte é uma peça-chave para o funcionamento eficiente de uma empresa desse segmento (PNRS, 2010). A coleta e a destinação adequada dos resíduos exigem uma logística eficiente para garantir que o processo seja realizado de maneira sustentável e em conformidade com as regulamentações ambientais. O transporte dos resíduos sólidos, seja para aterros sanitários, usinas de reciclagem ou centros de transbordo, envolve custos significativos que devem ser considerados e otimizados.

Para reduzir os custos de transporte e obter maior a eficiência operacional busca-se, de forma geral, a minimização da movimentação dos veículos utilizados nas atividades de transporte, por meio de melhorias nos roteiros ou consolidação de cargas. Assim, é possível, otimizar o uso dos recursos disponíveis, como frota e mão de obra (NOVAES, 2007). Para Christopher (2018), a concentração dos volumes de carga em centros de transbordo estrategicamente localizados permite obter economias de escala e reduzir custos associados à movimentação de cargas.

Na Companhia Melhoramentos da Capital (Comcap), empresa responsável pela coleta de resíduos sólidos no município de Florianópolis, a construção de um segundo centro de transbordo para consolidar resíduos coletados em uma região da cidade, poderá trazer benefícios significativos com a redução dos tempos de deslocamento, economias de escala no transporte e melhor utilização dos ativos.

Para definição desse novo centro de transbordo, é fundamental que a Comcap conheça efetivamente os custos de transporte para avaliar o impacto da implementação dessa nova alternativa de configuração de sua rede logística. Esse estudo busca fornecer uma visão completa dos custos logísticos associados a essa nova alternativa de rede logística.

No entanto, a decisão de construir um novo centro de transbordo requer uma análise da localização mais adequada das instalações, os fluxos entre essas e os custos associados a cada alternativa de rede logística. É necessário considerar fatores como a proximidade das áreas de coleta, a infraestrutura de transporte existente, bem como a disponibilidade de terrenos adequados para a construção do novo centro.

Em síntese, uma abordagem da logística de transporte, considerando os custos financeiros, é essencial para que a Comcap possa maximizar sua eficiência operacional. Ao identificar e mensurar adequadamente os custos logísticos de transporte, a empresa estará preparada para tomar decisões informadas e implementar estratégias eficazes para otimizar suas operações e reduzir custos.

## 1.2 JUSTIFICATIVA DO TEMA

O transporte de cargas representa uma parcela significativa dos custos envolvidos nas operações logísticas das organizações (LIMA, 2006). Diante desse cenário, torna-se necessário empreender estudos e análises de propostas que visem minimizar os custos associados ao transporte.

Por isso, destaca-se a importância da possibilidade de implementação de um novo centro de transbordo para a Comcap e para a comunidade. Essa medida possibilitará o aumento de eficiência operacional da empresa e redução de custos.

Dessa forma, a análise de propostas que busquem reduzir os custos logísticos e aprimorar o transporte de cargas, por meio da implementação de um novo centro de transbordo, revela-se uma estratégia importante para a Comcap.

## 1.3 OBJETIVOS DO TRABALHO

### 1.3.1 Objetivo Geral

Avaliar a viabilidade econômica de implantação de um novo centro de transbordo no norte de Florianópolis com base nos custos de transporte.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

Propõem-se os seguintes objetivos, visando atingir o objetivo geral:

- a) Descrever a rede logística atual e a rede logística proposta;
- b) Descrever as rotas, veículos utilizados e quantidade de funcionários em cada uma das viagens de transporte e coleta de resíduos sólidos;
- c) Calcular os custos de transporte para a rede logística atual e para a nova configuração de rede logística, com base na quilometragem rodada, tempo de deslocamento e equipes envolvidas na atividade de transporte;
- d) Comparar os custos das redes logísticas, atual e a proposta pela Comcap.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEORICA**

### **2.1 REDES LOGÍSTICAS**

A rede logística pode ser definida, conforme Alvarenga e Novaes (1994), como:

a representação físico espacial dos pontos de origem e destino das mercadorias, bem como de seus fluxos e demais aspectos relevantes, de forma a possibilitar a visualização do sistema logístico no seu todo.

Para estes autores, compreender esses fluxos e todos os pontos pelos quais os produtos passam é primordial para a eficiência e competitividade das organizações. Alvarenga e Novaes (1994), definem que a representação visual dos pontos de origem e destino, juntamente com os fluxos e outros elementos importantes, permitem uma compreensão do sistema logístico como um todo. Isto é, a criação de mapas ou diagramas que mostram a localização geográfica dos locais de produção, armazenamento, transporte e distribuição, permitindo uma análise mais eficaz e uma melhor tomada de decisão na gestão da cadeia de suprimentos.

De acordo com Chopra (2011), uma rede logística envolve a coordenação e o gerenciamento de fluxos de materiais, informações e recursos entre fornecedores, fabricantes,

distribuidores e clientes. O autor enfatiza a importância de uma visão abrangente e sistêmica, que permita a busca da otimização a rede como um todo, ao invés da otimização de suas partes isoladamente.

Segundo Ballou (2006), a definição da rede logística é uma etapa muito importante, já que engloba uma série de aspectos, como a localização estratégica das instalações, quantidade de instalações e os fluxos de distribuição e suprimentos. A decisão acertada sobre a rede logística contribui para a redução de custos, agilidade nas movimentações, controles mais apurados sobre os produtos e melhores experiências aos clientes (BERTO, 2020).

Por isso, as decisões estratégicas inerentes ao processo de planejamento logístico são de tamanha importância, visto que uma das principais decisões é o planejamento de redes, ou seja, determinar o número de instalações, localização e a alocação dos mercados consumidores a elas (Ballou, 2006). A justificativa de tal cenário se dá pelo fator financeiro, já que os investimentos são altos e impactam diretamente no custo total de distribuição física (Lacerda, 2000).

Além disso, no processo de construção ou reavaliação de redes logísticas, devem ser analisados fatores como demanda, serviço ao cliente, características dos produtos e os custos logísticos, sobretudo os de transporte e armazenagem (Bowersox; Closs; Cooper, 2013).

Em resumo, para Chopra (2011), redes logísticas referem-se à estrutura organizacional e operacional que suporta o fluxo de mercadorias, informações e recursos ao longo da cadeia de suprimentos. Elas descrevem a interconexão de diversos pontos, como fornecedores, fabricantes, centros de distribuição, varejistas e consumidores, formando uma malha complexa.

## 2.2 INSTALAÇÕES E TERMINAIS DE CARGA

Centros de transbordo são instalações ou terminais utilizados para a transferência de carga e mercadorias entre diferentes modos de transporte (FUNASA, 2019). Esses centros são importantes na logística e no gerenciamento da cadeia de suprimentos, permitindo a conexão eficiente e rápida entre diferentes rotas de transporte, como ferrovias, rodovias, hidrovias e aeroportos.

A função principal de um centro de transbordo é facilitar a transferência de carga, os resíduos são coletados e transportados até as estações de transferência ou transbordo, onde se faz a transferência de cargas do veículo coletor a veículos de maior capacidade, o qual irá transportar os resíduos até o destino final. A transferência dos resíduos em estações de

transbordo é viabilizada por meio da criação de um desnível entre os pavimentos, permitindo que os caminhões de coleta, posicionados em uma cota mais elevada, efetuem a descarga dos resíduos. (MONTEIRO et al., 2001).

A importância de posicionar os centros de transbordo em uma localização estratégica reside na necessidade de otimizar a eficiência e eficácia do transporte de cargas. Quando esses centros estão bem localizados, conseguem atender às finalidades importantes. Isso permite uma conexão mais eficiente entre as rotas de transporte e reduz a necessidade de longos desvios (CUI et al. 2023).

A proximidade do depósito em relação às rotas de transporte é um fator importante na eficiência logística. Quanto mais próximo o depósito estiver das principais rotas e centros de demanda, menores serão as distâncias percorridas pelos veículos de transporte, resultando em redução de custos com combustível, tempo de viagem e desgaste dos veículos. Além disso, a proximidade permite um melhor aproveitamento do tempo de trabalho, pois os deslocamentos entre o depósito e os pontos de coleta ou entrega são minimizados (CHRISTOPHER, 2018).

Os centros de transbordo devem estar localizados próximos aos geradores de resíduos sólidos, para reduzir o tempo de coleta e o tempo improdutivo dos caminhões e colaboradores, bem como para evitar atrasos no cumprimento dos roteiros e reduzir os custos com transporte. O período improdutivo diz respeito às horas perdidas no trânsito ou em deslocamento, que será mitigado com a localização adequada de um centro de transbordo (REDONDO, 2017).

A localização estratégica do depósito influencia significativamente na eficiência e na economia dos processos logísticos de transporte. A escolha adequada do local onde o depósito é estabelecido pode impactar diretamente na capacidade de atender prazos de entrega, reduzir custos operacionais e otimizar a utilização dos recursos disponíveis. Sendo assim, a maior preocupação se dá em obter o melhor serviço de transporte, que atenda às necessidades logísticas ao menor tempo e custo possível (FERNANDES, 2008).

De acordo com Bowersox et al. (2013), a definição da localização de uma instalação envolve a escolha da alternativa mais vantajosa em relação aos objetivos da organização. Isso porque essa decisão impacta diretamente no custo total da rede de distribuição (LACERDA, 1998). Por isso, Ballou (2006), considera esta uma das principais decisões no planejamento estratégico logístico das empresas.

Souza (2021) destaca que a proximidade geográfica entre o depósito e os clientes é um fator determinante para alcançar uma entrega mais ágil e eficiente. Outro estudo realizado por

Kang (2020) ressalta que a localização estratégica do depósito pode resultar em ganhos significativos de tempo e redução de custos na cadeia de suprimentos.

É importante mencionar que a escolha da localização do depósito não deve se basear apenas na proximidade das rotas de transporte, mas também levar em consideração outros fatores, como infraestrutura viária, acessibilidade, disponibilidade de mão de obra qualificada e facilidade de integração com outros modais de transporte, como portos e aeroportos.

Portanto, ao buscar a melhor localização para o depósito, as empresas devem realizar estudos de viabilidade e análises de *trade-offs* para encontrar o equilíbrio entre a proximidade das rotas e os demais fatores relevantes. Dessa forma, é possível obter ganhos significativos em termos de eficiência operacional, redução de custos logísticos e satisfação do cliente (FARIA E ROBLES, 2000).

Além disso, a infraestrutura adequada permite o bom funcionamento dos centros de transbordo. Eles devem ter acesso fácil a vias de transporte, espaços para estacionamento e armazenamento, equipamentos de movimentação de carga, sistemas de segurança e instalações para acomodar funcionários e operações administrativas (MENDONÇA, 2023).

De acordo com Duarte (2020), o objetivo das estações de transferência/transbordo é diminuir o custo da remoção dos resíduos, por isso a localização da estação de transbordo deve ser definida através de estudos econômicos, baseados nos custos de transporte e mão-de-obra, bem como na capacidade de transporte dos veículos.

### 2.3 CUSTOS LOGÍSTICOS

Os custos logísticos englobam todos os custos relacionados às atividades logísticas, como armazenagem, manutenção de estoques e transporte. Segundo Freires (2000), esses custos representam uma parcela significativa dos custos totais de uma empresa.

Faria e Robles (2000) identificam elementos específicos que compõem os custos logísticos, tais como custo associado ao nível de serviço ao cliente, custos de armazenagem, custos de transporte, custos de lotes, custos de embalagem, custos com planejamento e controle da produção, custos de processamento de pedidos e tecnologia da informação.

Bornia (2010) destaca a importância de adotar abordagens de custo total, que considerem não apenas os custos diretos, mas também os custos indiretos. Dessa forma, a

análise abrangente dos custos permite uma visão mais completa e embasada para a tomada de decisões.

Christopher (2018) enfatiza a eficiência operacional como uma peça-chave para a redução dos custos logísticos. Por meio de práticas como a consolidação de cargas, o planejamento eficaz de rotas, a escolha adequada de modais de transporte e a colaboração com parceiros na cadeia de suprimentos, é possível otimizar as operações logísticas e reduzir os custos envolvidos.

De acordo com Faria e Robles (2000), os custos logísticos são compostos por diversos elementos:

- a) Nível de Serviço ao Cliente, que se refere à capacidade de atender às necessidades e expectativas dos clientes em termos de entrega, qualidade e disponibilidade dos produtos - está relacionado aos esforços para garantir a satisfação do cliente, como a disponibilidade de estoques, a rapidez na entrega e o cumprimento de prazos;
- b) Custos de Armazenagem, os quais incluem despesas associadas à manutenção e operação de instalações de armazenamento, como aluguel ou aquisição de espaço, equipamentos de movimentação de materiais, mão de obra, segurança e seguros. Esses custos são influenciados pelo volume de estoque, sua complexidade e os requisitos de armazenamento específicos de cada produto;
- c) Custos de Transporte, os quais envolvem os custos relacionadas à movimentação física dos produtos ao longo da cadeia de suprimentos. Isso abrange o transporte de matérias-primas para a produção, o transporte de produtos acabados para os pontos de venda e a distribuição aos clientes. Esses custos podem variar de acordo com o modo de transporte utilizado, a distância percorrida, as características da carga e os serviços adicionais necessários;
- d) Custos de Lotes que se referem aos custos associadas ao processamento e ao transporte de lotes específicos de produtos. Isso inclui custos de preparação de pedidos, como a separação e embalagem dos produtos, e custos de transporte relacionados à movimentação de grandes quantidades de produtos em um único lote;
- e) Custos de Embalagem, os quais englobam os custos relacionadas à concepção, aquisição e utilização de materiais de embalagem para proteção, identificação e

apresentação dos produtos. Esses custos podem incluir embalagens primárias, secundárias e terciárias, bem como materiais de enchimento e selagem;

- f) Custos com Planejamento e Controle da Produção que estão relacionados às atividades de programação da produção, gestão de estoques e coordenação das operações logísticas. Isso inclui a análise da demanda, a programação de produção, o sequenciamento de pedidos e o monitoramento do desempenho da produção em relação às metas estabelecidas;
- g) Custos de Processamento de Pedidos que envolvem os custos associadas à recepção, registro, verificação e expedição de pedidos dos clientes. Isso inclui atividades como a entrada de pedidos no sistema, a verificação de disponibilidade de estoque, a preparação de documentação e a comunicação com os clientes;
- h) Tecnologia da Informação o qual está relacionado à implementação, manutenção e atualização de sistemas de informação e tecnologias que apoiam as operações logísticas. Isso pode incluir o uso de software de gestão de estoques, sistemas de rastreamento e monitoramento, integração de sistemas entre parceiros da cadeia de suprimentos e investimentos em infraestrutura tecnológica.

Destes citados, os custos de transporte e de armazenagem são frequentemente identificados como dois dos principais componentes dos custos logísticos, por isso é importante sempre estar atento às estratégias que possam minimizar tais custos (LIMA,2006).

Diversos estudos e pesquisas destacam a relação direta entre os custos logísticos e o desempenho financeiro das empresas. De acordo com Faria e Costa (2005) os custos logísticos têm impacto direto nas margens de lucro das empresas. Por isso, o controle adequado dos custos logísticos contribui para um aumento nas margens de lucro, melhorando a saúde financeira das empresas.

Outro aspecto a ser considerado é a influência dos custos logísticos nos preços finais dos produtos ou serviços oferecidos pela empresa. Um estudo conduzido por Balachova et al. (2022) analisou a relação entre os custos logísticos e a precificação de produtos nas empresas de distribuição. Os resultados mostraram que o aumento dos custos logísticos afeta diretamente os preços praticados, podendo impactar a competitividade da empresa no mercado.

Ademais, os custos logísticos também estão intimamente ligados à eficiência operacional das empresas. Panfilova et al. (2020) investigaram a relação entre os custos logísticos e o desempenho operacional em empresas. Os resultados demonstram que uma gestão

eficaz dos custos logísticos contribui para a melhoria da eficiência operacional, o que pode resultar em redução de desperdícios, otimização dos processos e ganhos de produtividade.

Para gerenciar adequadamente os custos logísticos e promover a saúde financeira da empresa, é essencial adotar práticas como a otimização da rede de distribuição, a escolha de modos de transporte adequados, a negociação de contratos favoráveis com fornecedores e a utilização de tecnologias de informação e comunicação para melhorar a visibilidade e o controle da cadeia de suprimentos (COSTA, 2023).

## 2.4 CUSTOS DE TRANSPORTE

Os custos associados à movimentação do material são de fato um dos principais componentes dos custos logísticos de uma empresa e são chamados de custos de transporte. Segundo Ballou (2006), esses custos são responsáveis por uma parcela significativa dos custos logísticos totais, variando de um a dois terços.

Tais custos compreendem uma série de atividades logísticas essenciais, como transporte, armazenagem, embalagem, manuseio e distribuição do produto. O fato desses custos serem tão representativos na logística empresarial se deve à importância de garantir que os materiais sejam entregues com eficiência e pontualidade ao destino final.

Gerir eficientemente os custos operacionais na distribuição física contribui para o sucesso das empresas. Nesse contexto, Novaes et al. (2017) ressalta a importância da classificação dos custos em diretos e indiretos. De acordo com estes autores, os custos diretos compreendem os fixos e variáveis, onde os primeiros incluem depreciação, salários dos colaboradores e seguros. Por outro lado, os custos variáveis estão relacionados ao uso dos veículos, envolvendo elementos como combustível, óleos, higienização, peças e mão de obra de manutenção. Enquanto os custos indiretos estão relacionados aos gastos para manter os armazéns e escritórios.

Além disso, Novaes et al. (2017) destacam que diversos fatores exercem influência significativa nos custos operacionais, exigindo uma atenção constante por parte dos gestores. Para estes autores, elementos como a quilometragem percorrida, o tipo de via, as condições de tráfego, a localização geográfica e o porte do veículo devem ser analisados para a compreensão e o controle efetivo dos custos associados à distribuição física.

Novaes et al. (2017) mencionam que existem despesas que variam de acordo com o tempo, como as remunerações dos colaboradores e os gastos com seguros. Outras despesas estão diretamente relacionadas à quantidade de quilômetros percorridos, como o consumo de combustível e os gastos com manutenção do veículo.

Segundo Bowersox et al. (2013), alguns desses fatores podem influenciar significativamente os custos de transporte, podendo tanto aumentá-los quanto diminuí-los. Dessa forma, é essencial considerar a interação desses elementos para uma análise correta dos custos.

Por isso, Novaes et al. (2017) afirmam que a análise dos custos de transporte envolve a identificação e o cálculo dos diferentes componentes que podem contribuir para o custo total de transporte de bens ou de pessoas de um local para outro. Alguns dos principais elementos a serem considerados incluem:

- a) Custo do veículo que envolve a aquisição, manutenção, seguro e depreciação dos veículos utilizados para o transporte. Também é importante levar em conta a eficiência energética e a escolha adequada dos modos de transporte para otimizar os custos.
- b) Custo do combustível que está relacionado aos preços do combustível e gera um impacto significativo nos custos de transporte. O consumo de combustível depende de vários fatores, como a distância percorrida, a eficiência do veículo e as condições da estrada. Monitorar e gerenciar o consumo de combustível é essencial para controlar os custos nessa área.
- c) Custos de pessoal, os quais incluem salários, benefícios, treinamento e outras despesas associadas aos motoristas, operadores de logística e pessoal envolvido no transporte. O dimensionamento adequado da equipe, a gestão da produtividade e a eficiência operacional são fundamentais para otimizar esses custos.
- d) Custos de manutenção e reparo são os custos com a manutenção preventiva, reparos e substituição de peças também devem ser consideradas. A adoção de práticas de manutenção adequadas e o monitoramento regular dos veículos podem reduzir custos indesejados.
- e) Custos administrativos, os quais incluem os gastos relacionados à gestão logística, como planejamento de rotas, coordenação de embarques, documentação, seguros e outros processos administrativos. A automação e o uso de sistemas de informação podem ajudar a otimizar essas atividades e reduzir os custos administrativos.

De acordo com Novaes et al. (2017), os custos citados acima são os principais a serem estudados ao analisar os custos oriundos de um sistema de transporte de uma organização. Eles citam alguns métodos para obter estes resultados, dentre eles está o método dos custos médios desagregados (MCMD).

O MCMD leva em consideração o cálculo desagregado por componente de custo. Tal método necessita de parâmetros unitários do veículo, como consumo por litro e tempo de vida útil dos componentes, para que seja possível calcular os custos por quilometro percorrido e custo com manutenção do veículo (NOVAES et al. 2017).

Ainda, Novaes et al. 2017, expõem um modelo de cálculo utilizando tal método, o qual pode ser construído utilizando duas variáveis principais:

- a) Custo por quilometro rodado ( $C_{km}$ ) se refere aos gastos com combustível e manutenção no geral, como troca de peças e higienização. Isto é, o custo por quilometro é a soma do gasto com combustível e manutenção, divididos pela quantidade de quilômetros percorridos em um período de tempo.
- b) Custo horário ( $C_{HR}$ ) engloba tanto os gastos com a equipe, ou seja, remuneração dos colaboradores do transporte, bem como a depreciação e o licenciamento do veículo. Já que estes estão relacionados com um tempo de vida útil. Este custo pode ser descrito como sendo a soma dos salários dos colaboradores e os custos com licenciamento e desvalorização dos veículos, divididos pela quantidade de horas totais de operação em um período de tempo.

Sendo assim, pode-se dizer que o custo total será dado pela fórmula (1):

$$\text{Custo total} = [(C_{km} \times \text{quilômetros percorridos em } t) + (C_{HR} \times \text{horas de operação em } t)] \quad (1)$$

Onde:

t representa o período de tempo, que pode ser dias, semanas, meses, anos e etc.

Por esta razão, diz-se que os custos associados ao transporte de materiais dependem de uma série de fatores distintos, tais como a distância percorrida, o tipo de modal de transporte

utilizado e a quantidade de horas despendidas durante o transporte. Esses custos englobam não apenas os gastos relacionados ao veículo em si, como combustível, pneus, limpeza, troca de óleo e depreciação, mas também os desembolsos relacionados aos funcionários envolvidos nessa etapa, incluindo suas remunerações (NOVAES et. al. 2017).

Segundo Novaes et al. (2017), é necessário considerar uma ampla gama de fatores e categorias de custos ao analisar o transporte de materiais, a fim de compreender melhor os gastos envolvidos e adotar estratégias adequadas de controle e otimização.

No contexto dos custos de transporte, é necessário implementar um planejamento eficiente de rotas, visando a minimização dos gastos envolvidos. De acordo com Faria e Costa (2005), a otimização do transporte pode ser alcançada por meio da adoção de rotas que permitam a sincronização das atividades de carga e descarga entre os diversos participantes de uma cadeia de suprimentos.

A importância do planejamento de rotas para a redução dos custos de transporte também é destacada por outros pesquisadores. Por exemplo, Christopher (2018) argumenta que a elaboração de rotas eficientes e o uso estratégico dos recursos disponíveis podem levar a uma redução significativa nos gastos relacionados ao transporte de materiais. Da mesma forma, Ballou (2006) ressalta que um planejamento adequado de rotas pode resultar em economias consideráveis, tanto em termos de distância percorrida quanto de tempo e recursos utilizados.

Além disso, é importante considerar as características específicas de cada operação de transporte ao realizar o planejamento de rotas. De acordo com Novaes et al. (2017), fatores como restrições de capacidade, janelas de tempo para entrega e requisitos especiais de carga devem ser levados em conta para garantir a eficiência e a redução de custos no transporte.

## 2.5 RESÍDUOS SÓLIDOS

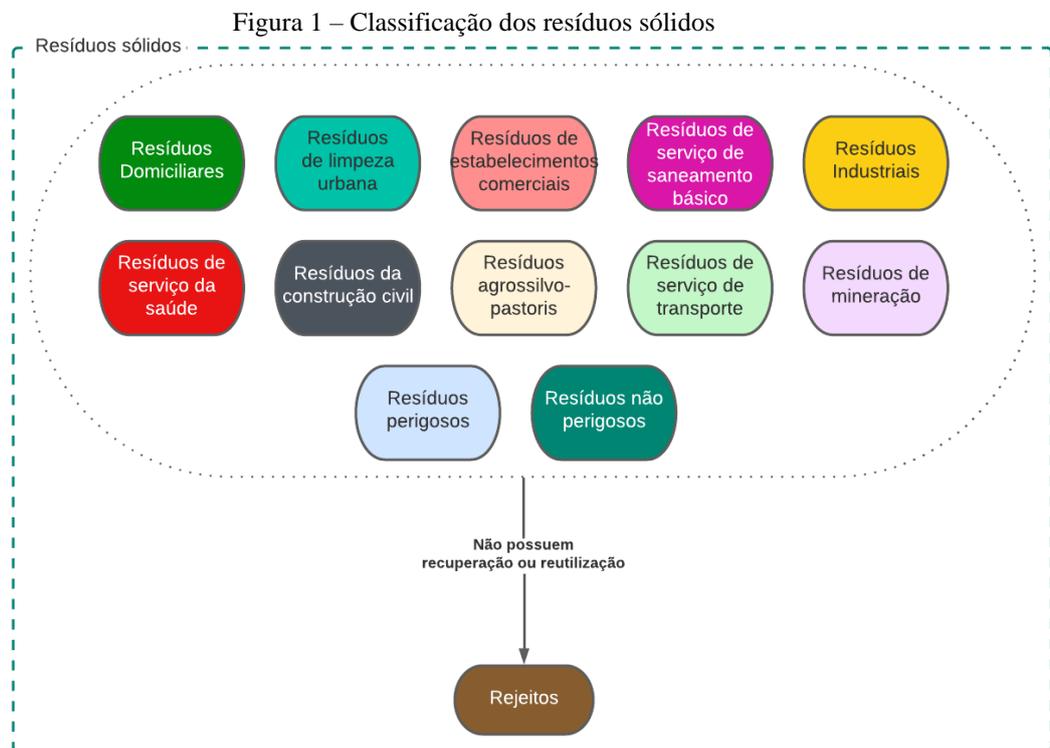
No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010, estabelece diretrizes para a gestão e o gerenciamento dos resíduos sólidos. Essa política tem como princípios a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem e o tratamento dos resíduos, além da disposição final ambientalmente adequada.

De acordo com a Lei 12.305/2010 todas as organizações, de direito público ou privado, e pessoas que geram resíduos são consideradas geradoras de resíduos sólidos. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004) define pela NBR 10004 que resíduos sólidos são:

resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades da comunidade de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de

varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tomem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

Ainda, segundo a lei da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (Lei nº 12305/2010), existe uma subclassificação de resíduos sólidos, os quais são chamados de rejeitos. Os rejeitos são resíduos sólidos que não possuem mais utilização, ou seja, todas as possibilidades de tratamento e recuperação foram esgotadas e conseqüentemente só resta uma destinação ambientalmente adequada. A classificação dos resíduos sólidos é apresentada na Figura 1:



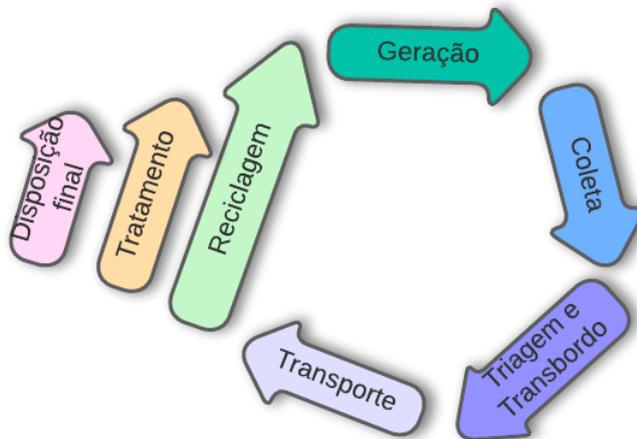
Fonte: elaboração da autora com base na PNRS (2010)

Conforme um estudo conduzido por Moraes et al. (2016), o aumento do consumo e a cultura de descartabilidade têm levado a uma produção exponencial de resíduos sólidos. Essa crescente quantidade de resíduos apresenta sérios desafios em termos de saúde pública, degradação ambiental e custos logísticos. Portanto, o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos é uma questão crítica tanto do ponto de vista ambiental quanto social.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), estabelecida no Brasil, define diretrizes e instrumentos para o gerenciamento integrado dos resíduos sólidos em todo o país. Uma das principais medidas previstas pela PNRS é a elaboração de PMGIRS pelos municípios, que são responsáveis por abordar todas as etapas do ciclo de vida dos resíduos, desde a sua geração até a destinação final adequada (BRASIL, 2010).

Ainda, de acordo com a Lei nº 12305/2010, o ciclo de vida dos resíduos sólidos é composto por diversas etapas, que envolvem a coleta, transporte, tratamento e disposição final. A Figura 2 mostra o fluxo simplificado das etapas do ciclo de resíduos sólidos.

Figura 2 – Fluxo dos resíduos sólidos



Fonte: elaborada pela autora com base na PNRS (2010)

O objetivo principal dos PMGIRS é estabelecer estratégias e ações para reduzir a geração de resíduos, promover a reciclagem e o tratamento adequado dos materiais recicláveis e garantir a disposição final correta dos rejeitos (BRASIL, 2010).

Os Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos são fundamentais para orientar as ações dos municípios no enfrentamento dos desafios relacionados aos resíduos sólidos. Eles devem considerar as características locais, as demandas da população, as capacidades técnicas e as infraestruturas disponíveis. Além disso, os PMGIRS devem ser elaborados de forma participativa, envolvendo diferentes atores da sociedade, como órgãos governamentais, setor empresarial, organizações da sociedade civil e comunidade em geral (BRASIL, 2010).

O descarte inadequado de resíduos sólidos pode causar diversos impactos negativos ao meio ambiente. Quando os resíduos são depositados em locais inadequados, como terrenos baldios, rios ou oceanos, podem contaminar o solo, a água e o ar. Além disso, a decomposição

de certos resíduos, como resíduos orgânicos, pode produzir gases de efeito estufa, contribuindo para as mudanças climáticas (SOUZA; JUNIOR, 2023).

Segundo o estudo conduzido por Souza e Junior (2023), a má gestão dos resíduos sólidos representa um risco para a saúde pública. A acumulação de resíduos pode atrair vetores de doenças, como moscas, ratos e mosquitos, que podem transmitir doenças para os seres humanos. Além disso, a contaminação do solo e da água pode afetar negativamente a saúde das comunidades locais.

Na coleta seletiva, os resíduos são separados em diferentes categorias, como plásticos, papel, vidro e metal, para que possam ser encaminhados para reciclagem ou tratamento adequado. A coleta seletiva contribui para a redução da quantidade de resíduos destinados aos aterros sanitários e para a preservação dos recursos naturais (MORAIS; BARBOSA; ALVES, 2016).

### **3 METODOLOGIA**

O presente trabalho caracteriza-se como um estudo de caso, pois analisa os dados reais de uma empresa, com o intuito de aprofundar o aprendizado e compreensão sobre determinado assunto. Além disso, propicia o conhecimento de um problema específico e propõe soluções.

Alguns autores (GIL; MATTAR, 1996; BERTO; NAKANO, 2000; YIN, 2001 apud MIGUEL, 2007, p. 219) definem o estudo de caso como:

...um estudo de natureza empírica que investiga um determinado fenômeno, geralmente contemporâneo, dentro de um contexto real de vida, quando as fronteiras entre o fenômeno e o contexto em que ele se insere não são claramente definidas. Trata-se de uma análise aprofundada de um ou mais objetos (casos), para que permita o seu amplo e detalhado conhecimento. Seu objetivo é aprofundar o conhecimento acerca de um problema não suficientemente definido, visando estimular a compreensão, sugerir hipóteses e questões ou desenvolver a teoria. A principal tendência em todos os tipos de estudo de caso, é que estes tentam esclarecer o motivo pelo qual uma decisão ou um conjunto de decisões foram tomadas, como 31 foram implementadas e com quais resultados alcançados”.

O presente estudo pode ser classificado como uma pesquisa quantitativa, pois utiliza dados numéricos relativos a variáveis de distância, volume, capacidade de veículos, dentre outros, que são tratados para obter resultados como custos totais de coleta para as configurações de redes consideradas,

Na etapa de coleta de dados, foram realizadas reuniões com os responsáveis pelo gerenciamento do processo de coleta de rejeitos, informações detalhadas sobre as rotas e demanda, além de revisão bibliográfica acerca dos assuntos abordados. A partir dessas

informações, serão realizados cálculos para avaliar o desempenho, em termos de custo, do novo sistema proposto em comparação ao cenário atual.

O método adotado para a análise dos custos de transporte de resíduos sólidos compreendeu diversas etapas, fundamentadas em fontes variadas de informação. Inicialmente, foi realizada uma revisão da literatura disponível sobre o tema, visando assimilar as principais metodologias e indicadores empregados na avaliação dos custos relacionados ao transporte.

Na sequência, foram realizadas reuniões com diferentes equipes da Comcap, visando obter uma compreensão do cenário que envolve o sistema de transporte de resíduos sólidos. Durante essas interações, foram debatidos os desafios enfrentados na gestão dos custos de transporte, e foram coletadas informações a respeito das práticas na coleta e transporte de resíduos.

Posteriormente, avançou-se para a fase de consulta aos relatórios gerenciais internos, o que permitiu analisar dados específicos relacionados ao tempo e distância percorridos na coleta e transporte de resíduos. Além disso, foram examinadas informações referentes à quantidade de viagens realizadas e à participação dos colaboradores envolvidos nesse processo.

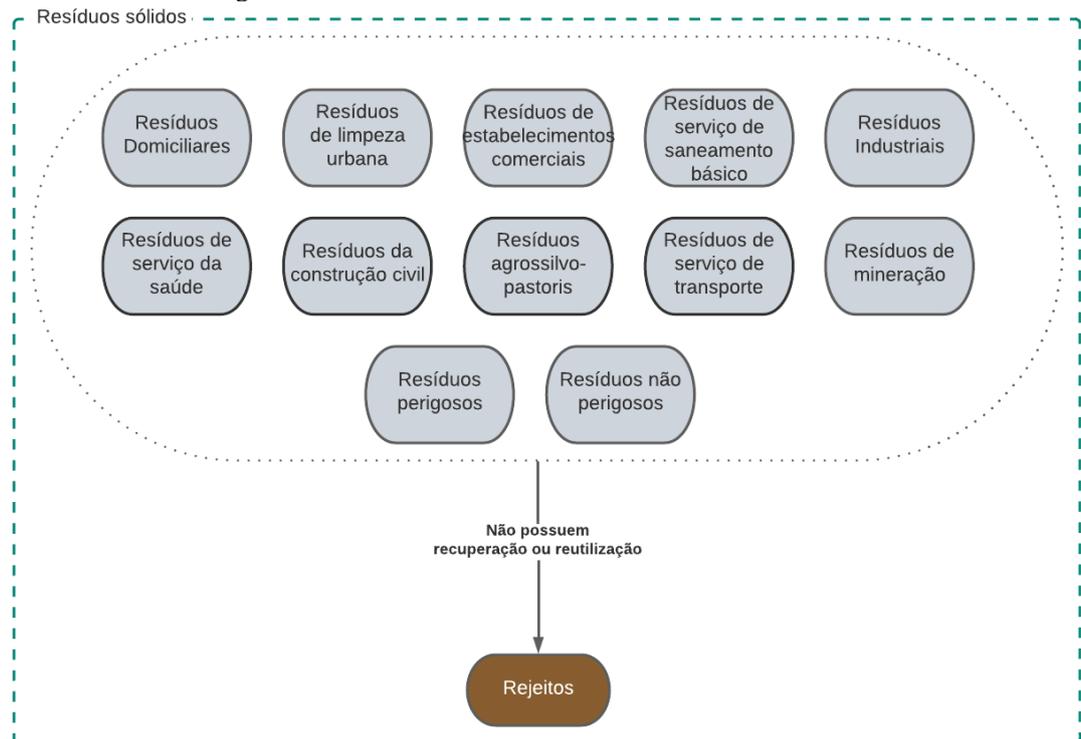
Os custos associados à operação e manutenção da frota de veículos foram obtidos mediante interação com o economista da empresa, enquanto os custos relacionados ao combustível e valor de aquisição foram apurados por meio de uma pesquisa de mercado. Esta pesquisa foi pautada nas características dos veículos empregados na atividade de transporte de resíduos sólidos, proporcionando uma visão dos custos envolvidos nessa esfera operacional.

### 3.1 DESCRIÇÃO DO PROBLEMA

A Comcap (Companhia Melhoramentos da Capital) é a organização responsável pela gestão dos resíduos sólidos na cidade de Florianópolis. Dentre as atividades que a equipe da Comcap realiza estão, além da coleta e disposição final de rejeitos, a coleta seletiva de materiais recicláveis, de podas de árvores e de vidro, e a limpeza e varrição das vias públicas.

O presente estudo concentra-se especificamente na coleta e transporte dos resíduos sólidos urbanos encaminhados para disposição final, os chamados rejeitos, conforme destacado na Figura 3. De acordo com a PNRS (2010), os rejeitos são resíduos que não podem ser reaproveitados ou reciclados devido ao esgotamento de todas as possibilidades viáveis de recuperação, ou devido a uma inadequada separação realizada pelos seus geradores.

Figura 3 - Resíduos sólidos considerados no estudo

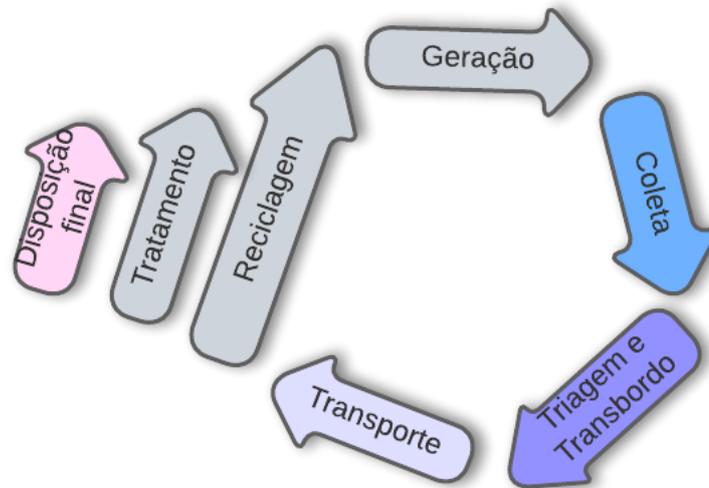


Fonte: elaborado pela autora com base na PNRS

Os rejeitos coletados pela Comcap são direcionados para a disposição final em aterros sanitários. No entanto, é importante ressaltar que os aterros sanitários possuem uma vida útil limitada, demandam grandes áreas de terra e exigem manutenção e controle constantes para garantir a eficiência e segurança do processo.

As etapas consideradas neste trabalho serão as que estão coloridas na Figura 4, isto é, a coleta dos rejeitos e a chegada até o transbordo, bem como a saída do transbordo e o transporte para a disposição final.

Figura 4 - Fluxo dos resíduos sólidos considerado no estudo



Fonte: elaboração da autora com base na PNRS. (2010)

Com base nas informações do Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGMIRS, 2017) de Florianópolis, o município adota uma divisão geográfica da cidade em cinco regiões distintas: norte, sul, leste, centro e continente, conforme mostra a Figura 5. Cada uma dessas regiões possui um conjunto específico de rotas pré-estabelecidas, que visam a garantir uma cobertura eficiente e abrangente da coleta de resíduos em todo o município.

A instalação de um novo centro de transbordo poderá contribuir para atender com maior eficiência a região norte. Assim, o escopo desse estudo engloba a região norte de Florianópolis e as rotas correspondentes a essa área geográfica específica, que destinarão os resíduos ao novo centro de transbordo.

Figura 5 - Divisão do município voltada a logística da coleta



Fonte: PMGIRS de Florianópolis (2017)

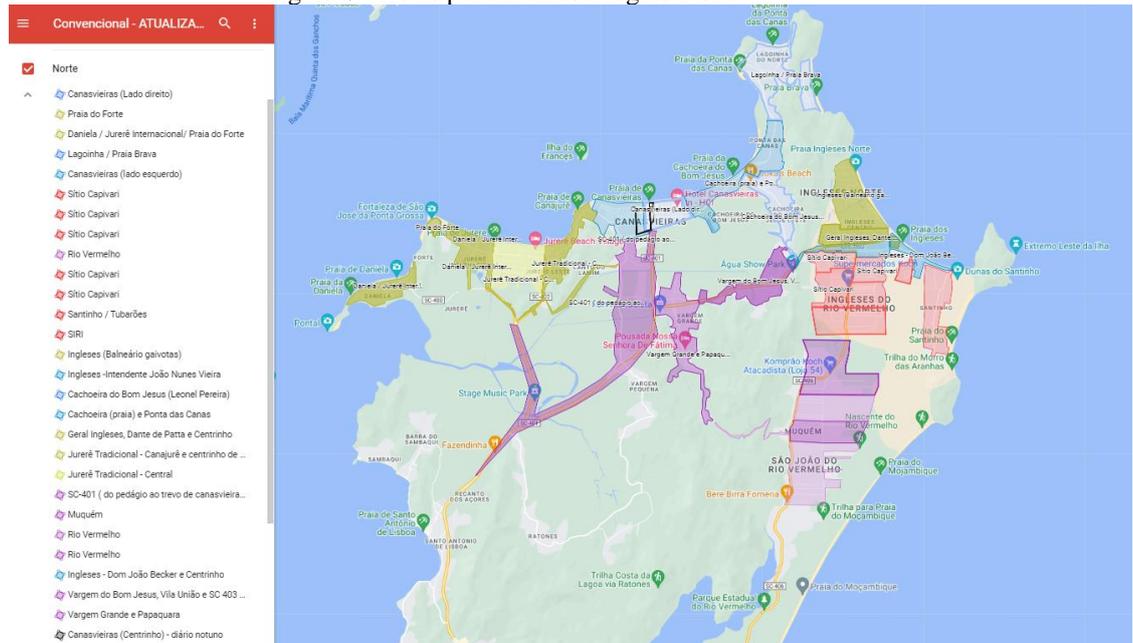
No Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS, 2017) do município de Florianópolis, que apresenta as orientações para a gestão adequada dos resíduos, são estabelecidas as macro regiões que compõem a região norte do município. Essas macro regiões são definidas com o propósito de otimizar a logística da coleta de resíduos, e são denominadas de rotas, que indicam os percursos dos caminhões na prestação dos serviços de coleta porta a porta. No total, são identificadas cinco rotas nesta região conforme apresentado na Figura 6, que são: Cachoeira do Bom Jesus, Ingleses do Rio Vermelho, Canasvieiras, São João do Rio Vermelho e parte da Sede Insular.

A definição das rotas tem como objetivo facilitar e sistematizar a coleta de resíduos sólidos na região norte de Florianópolis. Ao dividir a região em macro regiões específicas, o PMGIRS busca proporcionar uma abordagem estruturada e eficiente para a gestão dos resíduos, garantindo uma cobertura abrangente e adequada de coleta em cada uma dessas áreas.

Essa abordagem de divisão em rotas visa garantir uma distribuição adequada dos serviços de coleta, evitando lacunas na cobertura e assegurando que toda a região norte seja atendida de forma eficaz. Além disso, a definição dessas rotas facilita o planejamento do transporte, permitindo a otimização das rotas percorridas pelos caminhões coletores, o que resulta em um uso mais eficiente dos recursos e redução dos custos operacionais.

A Figura 6 apresenta um mapa com a distribuição das rotas da região norte. Essa definição de rotas permite uma melhor organização das atividades nessa área específica, auxiliando na implementação adequada do plano de gerenciamento e na coordenação das atividades de coleta de resíduos sólidos.

Figura 6 - Rotas pertencentes à região Norte



Fonte: Maps Comcap (2022)

### 3.2 A COLETA E DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS

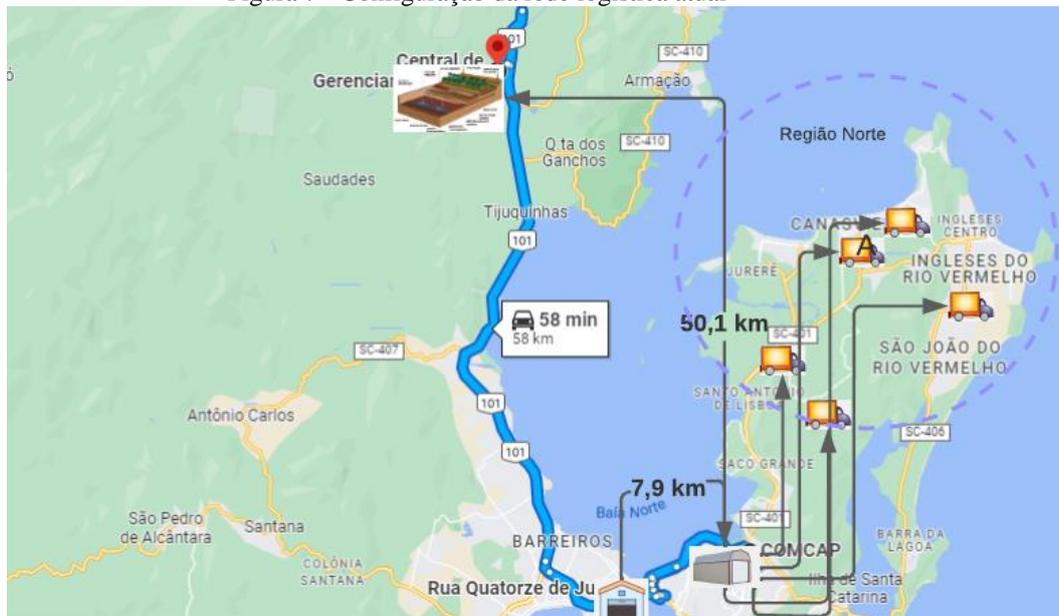
Os veículos que atendem a região Norte, a exemplo de outras regiões, partem da central da Comcap, localizada no Estreito. Como o presente estudo tem como objetivo analisar a rede logística da Comcap e os custos para prestar os serviços de coleta para a região Norte, é feita uma análise descritiva das atividades realizadas com a apresentação da localização das instalações, das características dos veículos e apresentação das rotas de coleta e de transferência dos volumes consolidados a serem encaminhados ao Aterro Sanitário da Empresa PROACTIVA.

As instalações incluem:

- a) a garagem na Rua 14 de Julho, nº 375, no bairro Estreito, que serve como ponto de partida para os caminhões coletores;

- b) o centro de transbordo na Rodovia Ademar Gonzaga, nº 72, na SC-404, no bairro Itacorubi, onde ocorre a transferência dos resíduos dos caminhões coletores para um de maior porte
- c) o Aterro Sanitário da Empresa PROACTIVA, localizado no município de Biguaçu, aproximadamente a 50,1 km do centro de transbordo do Itacorubi e.
- d) todas as unidades geradoras de resíduos urbanos que estão incluídas nas cinco rotas.

Figura 7 - Configuração da rede logística atual



Fonte: elaborada pela autora com base nas informações repassadas pela Comcap (2021)

Com base na análise da rede logística atual, observa-se que os caminhões coletores da Comcap partem da garagem no bairro Estreito em direção às rotas de coleta. Após a finalização da coleta dos rejeitos, os caminhões dirigem-se ao centro de transbordo no bairro Itacorubi para realizar a transferência dos resíduos para o caminhão transportador. Esse processo é repetido até que todas as rotas previstas para o dia sejam concluídas. Quando o caminhão de transferência atinge sua capacidade máxima, os rejeitos são transportados até o Aterro Sanitário da Empresa PROACTIVA, em Biguaçu.

Na Figura 8 é apresentado o tipo de caminhão responsável pela coleta de resíduos sólidos, enquanto na Figura 9 é mostrada a imagem de um caminhão que faz a transferência dos resíduos classificados como rejeitos até o aterro. Na Figura 10, tem-se o esquema de um centro de transbordo, onde o caminhão coletor transfere tudo que foi coletado a um caminhão com uma capacidade muito maior, em torno de 35 toneladas. Assim que a capacidade do caminhão

de transferência for completamente ocupada, será feito o transporte dos rejeitos até o aterro sanitário adequado.

Figura 8 – Caminhão Coletor



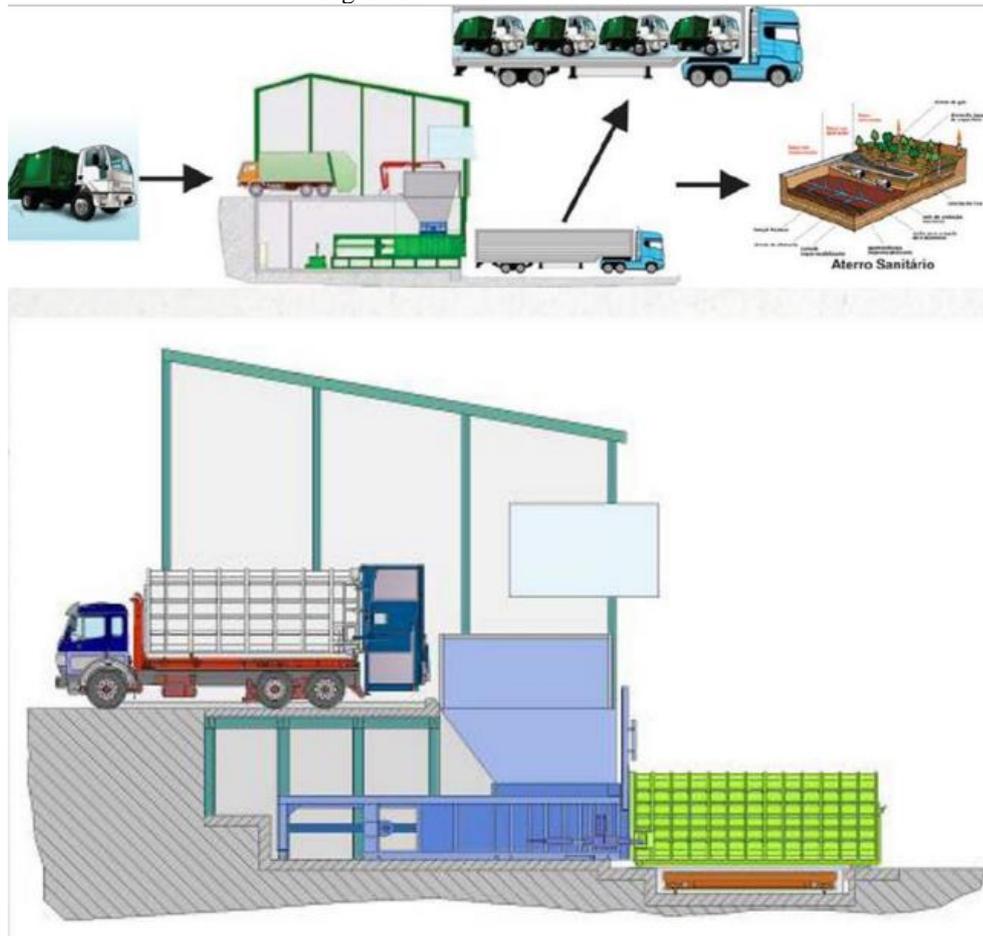
Fonte: ND mais (2017)

Figura 9 – Caminhão de transferência



Fonte: Cisbra (2021)

Figura 10 – Centro de transbordo



Fonte: Comcap (2017)

A rede logística de coleta de resíduos sólidos da Comcap é bem definida, visando otimizar a eficiência e a eficácia do processo de coleta e destinação dos rejeitos. No entanto, a distância entre a garagem e a sede da Comcap, assim como a necessidade de transferência dos resíduos coletados na região Norte de Florianópolis ao centro de transbordo tem custos de transporte elevados.

Atualmente, os caminhões iniciam a coleta nas rotas da região norte e posteriormente se dirigem ao centro de transbordo para a transferência de carga, retornando em seguida para as rotas do norte até que todas as rotas do dia sejam concluídas. Nesse processo, os garis ficam ociosos e sem ter o que fazer, pois precisam aguardar o retorno dos caminhões.

A implementação de um centro de transbordo na região norte da ilha, poderia reduzir os custos de transporte e a ociosidade dos funcionários, além de otimizar o tempo de coleta. Por isso, será analisado como a construção de um novo centro de transbordo no norte de

Florianópolis influencia os custos de transporte. Para isso, será considerada uma nova configuração de rede logística, conforme mostra a Figura 11.



Fonte: elaborada pela autora com base nas informações repassadas pela Comcap (2021)

### 3.3 ETAPAS DO ESTUDO

Os dados necessários para realização do trabalho foram obtidos em reuniões e entrevistas com os colaboradores da empresa, por meio de relatórios gerenciais disponíveis no sistema de gestão utilizado pela organização e também através de pesquisa de mercado para encontrar os valores de aquisição de veículos e suas capacidades, bem como informações jornalísticas. O período analisado compreende janeiro a dezembro de 2020, pois em agosto de 2021 uma empresa terceirizada foi contratada para atender às demandas da região norte. Também houve participação em reuniões com os gestores para que fosse possível compreender o funcionamento da empresa e ter uma visão geral dos processos envolvidos na coleta de resíduos

A presente pesquisa se baseou nos dados disponíveis no SISCORE e dados públicos para estimar os custos associados à mão-de-obra, ao combustível e à manutenção. Adicionalmente, foi possível identificar as rotas definidas para atender a região Norte da ilha de Florianópolis no serviço de coleta convencional, os veículos utilizados nessa operação e as equipes responsáveis pelo serviço durante o período analisado. Ademais, as reuniões realizadas

foram necessárias para compreender a natureza do problema e como ele afeta a empresa em questão. Cabe ressaltar que alguns custos, como o valor de aquisição do veículo e o IPVA, foram estimados com base em modelos de veículos da mesma categoria, uma vez que não tivemos acesso direto a esse tipo específico de relatório.

A principal fonte de dados foi o sistema SISCORE, o qual é atualizado pela empresa diariamente, sendo alimentado com dados sobre cada rota realizada, desde o momento que os caminhões partem da garagem da empresa até o momento que retornam ao centro de transbordo. Ao sair para iniciar a coleta, informações sobre a equipe - nome do motorista e a quantidade de garis – são registradas, assim como o código da rota, o horário de partida e a quilometragem marcada no odômetro do veículo. Ao chegar ao centro de transbordo, o caminhão é pesado, sendo esse peso registrado, assim como o horário de chegada e a quilometragem percorrida.

Os relatórios utilizados e dos quais os dados para esse estudo foram obtidos são:

- a) relatório por roteiro analítico, o qual mostra informações completas sobre o roteiro realizado como, por exemplo, o tempo de coleta e transporte e distância percorrida na coleta, os horários de saída e chegada do veículo, o peso coletado, dentre outros;
- b) relatório de acompanhamento de roteiros, que identifica o motorista alocado a cada rota e a quantidade de garis em cada equipe;
- c) relatório de movimentação dos veículos, com especificações e tempo de uso do veículo utilizado;
- d) relatório de roteiros, no qual estão disponíveis todos os códigos dos roteiros e demais informações.

Os dados usados nesse estudo englobam o período de 01/01/2020 a 31/12/2020, e se referem aos serviços de coleta de resíduos indiferenciados, a chamada coleta convencional. A Figura 12 mostra um excerto do relatório utilizado, mostrando informações como o código da rota, a quilometragem percorrida durante o deslocamento e a coleta, a duração do deslocamento e da coleta em horas, o modelo do veículo utilizado, o motorista responsável e o peso total coletado.

Figura 12 - Relatório por roteiro analítico da coleta convencional

Roteiro:		Sacos verdes		Período:	Noturno		Tipo de Coleta:		Convencional								
Data:		01/01/2020		Quarta-feira		Despacho:		137402									
Veículo:		279		Modelo:		Coleta Convencional - Ford Cargo C-1723		Tara:		10.620	Peso Máximo:	17.000	Saída Hora:	01:30	Chegada Hora:	03:00	
Motorista:		8163		HELMUTE LITTIG JUNIOR		Saída KM:		26.537		Chegada KM:		26.574					
COLETA												TRANSPORTE		DESCARGA		PESO	
Viagem		Pesagem		Hora		Tempo		KM		Total		Tempo		KM		Total	
Inicio	Fim	Inicio	Fim	Inicio	Fim	Inicio	Fim	Inicio	Fim	Inicio	Fim	Inicio	Fim	Inicio	Fim	Bruto	Líquido
1	02:45	01:35	02:40	01:05	01:05	26.541	26.555	14	00:20	23	02:45	00:05	13.220	2.280	13.220	2.280	
Total		1		01:05		14		00:20		23		00:05		13.220		2.280	

Roteiro:		CZDN Centro (Área comercial e Chácara da Espanha)		Período:	Noturno		Tipo de Coleta:		Convencional								
Data:		01/01/2020		Quarta-feira		Despacho:		137375									
Veículo:		280		Modelo:		Coleta Convencional - Ford Cargo C-1723		Tara:		10.580	Peso Máximo:	17.000	Saída Hora:	20:10	Chegada Hora:	22:25	
Motorista:		3237		CARLOS ROBERTO DA SILVA		Saída KM:		93.922		Chegada KM:		93.947					
COLETA												TRANSPORTE		DESCARGA		PESO	
Viagem		Pesagem		Hora		Tempo		KM		Total		Tempo		KM		Total	
Inicio	Fim	Inicio	Fim	Inicio	Fim	Inicio	Fim	Inicio	Fim	Inicio	Fim	Inicio	Fim	Inicio	Fim	Bruto	Líquido
1	22:15	20:20	22:08	01:48	01:48	93.928	93.940	12	00:27	13	22:15	00:00	16.970	6.040	16.970	6.040	
Total		1		01:48		12		00:27		13		00:00		16.970		6.040	

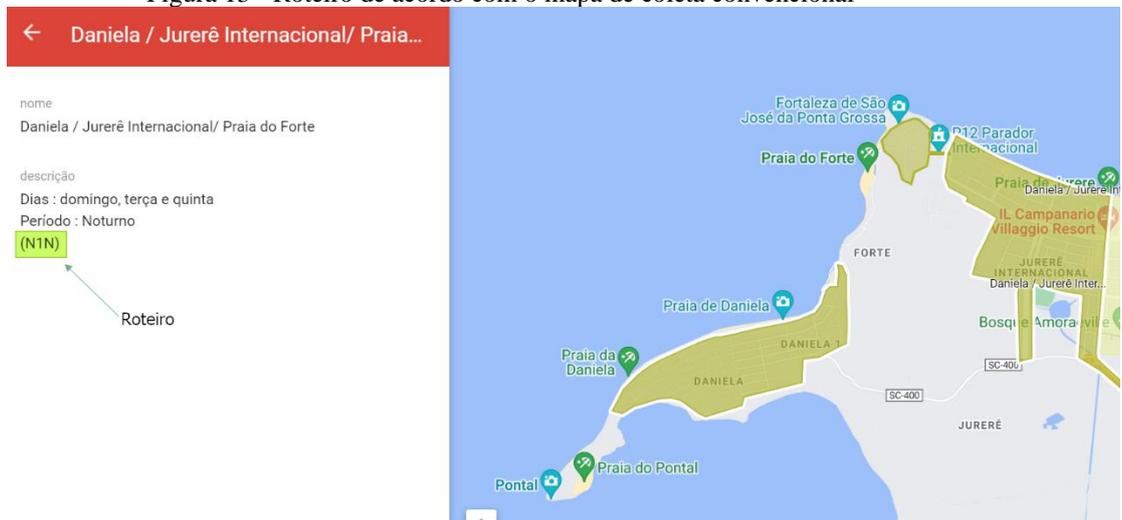
  

Roteiro:		CZN Centro - Parte Alta da Mauro Ramos/Agronômica		Período:	Noturno		Tipo de Coleta:		Convencional								
Data:		01/01/2020		Quarta-feira		Despacho:		137374									
Veículo:		283		Modelo:		Coleta Convencional - Ford Cargo C-1723		Tara:		10.740	Peso Máximo:	17.000	Saída Hora:	20:00	Chegada Hora:	22:20	
Motorista:		4724		JOAO BATISTA FRANÇA		Saída KM:		79.245		Chegada KM:		79.271					
COLETA												TRANSPORTE		DESCARGA		PESO	
Viagem		Pesagem		Hora		Tempo		KM		Total		Tempo		KM		Total	
Inicio	Fim	Inicio	Fim	Inicio	Fim	Inicio	Fim	Inicio	Fim	Inicio	Fim	Inicio	Fim	Inicio	Fim	Bruto	Líquido
1	21:48	20:14	21:44	01:30	01:30	79.254	79.268	14	00:50	12	21:48	00:00	13.070	2.160	13.070	2.160	
Total		1		01:30		14		00:50		12		00:00		13.070		2.160	

Fonte: Siscore (2023)

No que diz respeito aos roteiros de coleta, utilizou-se o relatório dos roteiros referente à coleta convencional do sistema SISCORE. Posteriormente, através do mapa personalizado da Comcap, foi possível obter apenas os códigos dos roteiros da região norte, como mostrado na Figura 13 para um dos roteiros da rota de Canasvieiras. Desta forma, foi elaborada uma base em excel apenas com a rota, descrição e roteiros da região norte que serviram para filtrar as informações nos demais relatórios utilizados.

Figura 13 - Roteiro de acordo com o mapa de coleta convencional



Fonte: Maps Comcap (2022)

Para filtrar as informações apenas da região norte nos relatórios de movimentação de veículos, roteiro analítico e de acompanhamento de roteiros, foi utilizado um software de extração, transformação e carregamento de dados (ETL) chamado *Pentaho* o qual fez o cruzamento das informações contidas no relatório de roteiros da região norte. Esse software

permitiu que fossem selecionados e utilizados apenas os registros pertinentes às rotas da região norte.

A estimativa do custo de aquisição dos veículos teve como ponto de partida uma pesquisa de mercado. O modelo do veículo foi consultado no relatório por roteiro analítico e, em seguida, procedeu-se à busca na internet para determinar o valor de aquisição e o ano de aquisição em reportagens diversas. Além disso, os custos de manutenção por veículo, que englobam atividades como higienização, troca de óleo, substituição de pneus e outros reparos necessários, foram obtidos com a equipe de gestão financeira e econômica da Comcap. Essa parceria permitiu a obtenção de um custo de manutenção médio anual por veículo.

Para estimar os salários dos colaboradores, os dados de remuneração foram extraídos do portal transparência da prefeitura de Florianópolis. Como as últimas informações disponíveis no sistema eram referentes ao mês de junho de 2022, o período considerado para cálculo das remunerações neste estudo foi a média das remunerações de janeiro a junho de 2022.

Figura 14 - Consulta de remuneração dos servidores da Comcap



Fonte: Portal transparência da prefeitura de Florianópolis (2023)

A Figura 14 mostra onde é feita a busca das remunerações dos motoristas, utilizando apenas os motoristas que trabalharam nos roteiros da região norte no período contemplado neste estudo. Com isso, obtém-se a média das remunerações dos colaboradores que atuam nas rotas da região norte de Florianópolis.

A partir desse ponto, os dados filtrados e consolidados foram utilizados como base para o desenvolvimento do estudo de caso. Deste modo, diz-se que foram consideradas as particularidades dos roteiros dessa região, os quais forneceram informações para a compreensão

dos aspectos relacionados à remuneração, ao tempo médio de transporte e de coleta, entre outros.

Portanto, é importante ressaltar que a presente pesquisa adotou um método sistemático na coleta e processamento dos dados, utilizando fontes oficiais e tecnologias de ETL para garantir a confiabilidade e a integridade das informações utilizadas.

## 4 DESENVOLVIMENTO

### 4.1 DESCRIÇÃO DAS ROTAS E CUSTOS ENVOLVIDOS

#### 4.1.1 Identificação dos roteiros e resumo anual

O levantamento dos custos de coleta das rotas de Canasvieiras, Cachoeira do Bom Jesus, Ingleses do Rio Vermelho, São João do Rio vermelho e Sede Insular, envolve uma série de passos que permitem estimar os custos necessários para essa operação logística. Tais como, o levantamento dos roteiros que fazem parte da região norte, os custos de mão-de-obra, os custos dos veículos, o custo com manutenção, o custo com combustível, as distâncias percorridas e o tempo de operação.

A região a ser estudada é subdividida em zonas de coleta, ou seja, os chamados roteiros. Essa divisão possibilita a segmentação da região norte em rotas. Sendo assim, com a informação dos códigos dos roteiros da região norte, foi construída uma verificação com base nessa variável para que as informações dos relatórios contivessem apenas dados das zonas pertencentes à região norte. O Quadro 1 apresenta os roteiros que compõem a região norte, indicando a qual distrito estão associados e como estão representados no mapa personalizado fornecido pela Comcap.

Quadro 1 – Roteiros da região Norte

DISTRITO	DESCRIÇÃO MAPA	CODROTEIRO
CANASVIEIRAS (LADO DIREITO)	Canasvieiras	N22N
CANASVIEIRAS (LADO ESQUERDO)	Canasvieiras	N2N
CANASVIEIRAS	Daniela / Jurerê Internacional / Praia do Forte	N1N
CACHOEIRA DO BOM JESUS	Lagoinha	N4N
SEDE INSULAR	Sítio Capivari	N32M
INGLESES DO RIO VERMELHO	Sítio Capivari	N30M
INGLESES DO RIO VERMELHO	Sítio Capivari	N26M
SÃO JOÃO DO RIO VERMELHO	Rio Vermelho	L7M

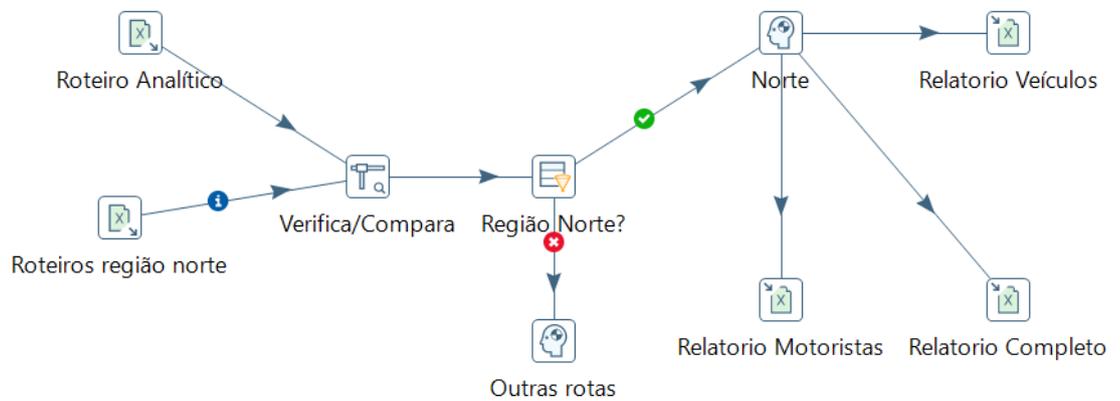
<b>INGLESES DO RIO VERMELHO</b>	Sítio Capivari	N18M
<b>INGLESES DO RIO VERMELHO</b>	Sítio Capivari	N16M
<b>INGLESES DO RIO VERMELHO</b>	Santinho / Tubarões	N8M
<b>INGLESES DO RIO VERMELHO</b>	Ingleses - Balneário Gaivota	N5N
<b>INGLESES DO RIO VERMELHO</b>	Ingleses - Intendente João Nunes Vieira	N14M
<b>CACHOEIRA DO BOM JESUS</b>	Cachoeira do Bom Jesus (Leonel Pereira)	N24M
<b>CACHOEIRA DO BOM JESUS</b>	Cachoeira (praia) e Ponta das Canas	N28N
<b>INGLESES DO RIO VERMELHO</b>	Geral Ingleses, Dante de Patta e Centrinho	N7M
<b>CANASVIEIRAS</b>	Jurerê Tradicional - Canajurê e centrinho de Canasvieiras	N25N
<b>CANASVIEIRAS</b>	Jurerê Tradicional - Central	N3N
<b>CANASVIEIRAS</b>	SC-401 (do pedágio ao trevo de Canasvieiras), SC-402 (do elevador até a rótula), Vargem do Pequena (5 meninas), Goiabeiras e Neli	N23M
<b>SEDE INSULAR</b>	Muquém	L13M
<b>SÃO JOÃO DO RIO VERMELHO</b>	Rio Vermelho	L11M
<b>SÃO JOÃO DO RIO VERMELHO</b>	Rio Vermelho	L9M
<b>INGLESES DO RIO VERMELHO</b>	Ingleses - Dom João Becker e Centrinho	N20M
<b>CACHOEIRA DO BOM JESUS</b>	Vargem do Bom Jesus, Vila União e SC 403 (do elevador até o Água Show)	N13M
<b>CACHOEIRA DO BOM JESUS</b>	Vargem Grande e Papaquara	N19M

Fonte: elaborado pela autora com base nos dados do relatório de roteiros. (2023)

Após realizar a coleta e filtragem dos dados para obter aqueles relacionados às rotas de coleta da região norte, obtém-se um resumo que apresenta informações anuais sobre o tempo e a distância percorrida durante o processo de coleta e transporte. Essa base de dados foi obtida através do cruzamento de informações, realizado de forma automatizada através do software *Pentaho*, entre o relatório de roteiro analítico do ano de 2020 e o relatório de roteiros da região norte.

Construiu-se um modelo onde as entradas são o roteiro analítico e a base de roteiros da região norte, acrescentou-se uma função comparação para verificar o campo “codroteiro” vindo do relatório de roteiros com o campo “roteiro” do relatório analítico. Se ambos forem iguais, são adicionadas as informações do distrito e descrição do mapa, conforme consta no relatório de roteiros, ao relatório analítico. Posteriormente, chega-se no filtro da região Norte, nesta etapa as linhas que contém o campo distrito e descrição mapa seguem no fluxo para a etapa norte e o restante segue para outras rotas. No fim do processo é gerada uma base em excel contendo apenas os dados que fazem parte da região norte, desmembrados por categorias, conforme mostra a Figura 15.

Figura 15 - Base de dados da região norte



Fonte: elaborado pela autora com base nos dados disponíveis no SISCORE. (2023)

O relatório de motoristas gerado em excel, foi utilizado para buscar as remunerações de cada um dos motoristas que realizaram roteiros na região norte. Já o relatório de veículos foi utilizado para realizar a pesquisa de custo de aquisição e demais especificações do modelo, para que fosse possível calcular os gastos com a distância percorrida. Por fim, o relatório completo foi utilizado para gerar todas as demais informações necessárias para realização deste estudo, como a quantidade de viagens realizadas, o tempo total de operação, a quilometragem total percorrida e identificar a quantidade de garis necessários para realizar um roteiro.

Com base no relatório completo, verificou-se as informações consolidadas da região norte no período de um ano. Para obter estas informações, realizou-se a soma dos tempos e das distâncias percorridas durante as operações de coleta, bem como os tempos e as distâncias associadas ao transporte, ao longo de um período de um ano. Além disso, foram contabilizados a quantidade de dias em que houve coleta convencional de resíduos na região norte.

Durante o decorrer de um ciclo anual, foram realizados coleta e transporte de resíduos sólidos em 358 dias. Essas operações chegaram ao total de 33.200 quilômetros percorridos, com uma duração acumulada de 12.401 horas e 11 minutos dedicados à coleta. Paralelamente, o transporte de resíduos sólidos compreendeu uma distância total de 134.541 quilômetros, demandando um tempo acumulado de 4.210 horas e 16 minutos. Tais dados podem ser visualizados na Tabela 1.

É importante destacar que o primeiro conjunto de dados, ou seja, os dados referentes à coleta dos resíduos, está relacionado ao trajeto realizado dentro da própria região norte. Por

outro lado, o segundo conjunto de dados está relacionado ao transporte de resíduos, o qual corresponde ao trajeto que vai do centro de transbordo até a região norte ou vice-versa.

Tabela 1: Resumo anual região norte

TIPO DE COLETA	TEMPO DE COLETA	KM DE COLETA	KM DE TRANSPORTE	TEMPO DE TRANSPORTE	DIAS DE COLETA/TRANSPORTE
CONVENCIONAL	12401:11:00	33.200	134.541	4210:16:00	358

Fonte: elaborado pela autora

#### 4.1.2 Custo Horário

O custo horário é uma medida que engloba todos os gastos associados à utilização de um recurso, máquina ou serviço por hora. No processo de cálculo do custo horário, realiza-se uma avaliação individual dos custos associados a cada elemento relevante, tais como as remunerações da equipe encarregada da operação, a depreciação dos equipamentos envolvidos e os gastos relacionados ao licenciamento dos veículos utilizados. Cada um desses custos é calculado separadamente, sendo posteriormente somados para obter um custo total. Esse custo total é então dividido pelo número total de horas de utilização do recurso, resultando no custo horário.

Conforme estabelecido na tabela de depreciação de bens da Receita Federal, através da instrução normativa SRF nº 162/1998 a taxa anual de depreciação para um veículo de transporte de carga é fixada em 10%, com uma expectativa de vida útil de 10 anos. Para determinar a depreciação anual é necessário primeiro descobrir o valor residual no fim de sua vida útil. Sendo assim, a fórmula utilizada consiste em reduzir o valor inicial do veículo de acordo com uma taxa fixa. Conforme Novaes et al. (2017), esse método é chamado de exponencial e a fórmula pode ser escrita da seguinte maneira:

$$VR = \text{Investimento} \times (1 - \text{taxa de depreciação})^n \quad (2)$$

Onde:

Investimento = valor de compra do veículo

Taxa de depreciação = 10%

$n$  = tempo de vida útil do veículo (10 anos)

Posteriormente, com base no valor residual, calcula-se a depreciação anual do veículo utilizando a equação (3):

$$\text{Depreciação anual} = \frac{\text{Investimento} - \text{Valor residual}}{n} \quad (3)$$

Onde:

Investimento = valor de compra do veículo

Valor residual = valor obtido com a equação (2)

$n$  = tempo de vida útil do veículo (10 anos)

Para o cálculo dos custos com o IPVA, a alíquota utilizada foi de 1% sobre o valor de compra do veículo, que é a praticada em Santa Catarina de acordo com ATO DIAT N° 92/2023 publicado pela Secretaria de Estado da Fazenda. Portanto, após os cálculos mencionados, chega-se aos resultados apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Custos gerais do veículo

Modelo dos Caminhões	Valor de aquisição	Ano de aquisição	Valor residual	Depreciação anual	IPVA
Ford C1723/Dam CP-15	R\$ 204.942,00	01/01/2017	R\$ 71.458,86	R\$ 13.348,31	R\$ 2.049,42
Ford C1319/Cimel ECLL10	R\$ 97.884,00	01/01/2017	R\$ 34.130,04	R\$ 6.375,40	R\$ 978,84
Ford C1722CN/Dam CCL-15	R\$ 97.511,00	01/01/2017	R\$ 33.999,98	R\$ 6.351,10	R\$ 975,11
Ford Cargo C 1723	R\$ 204.942,00	01/01/2017	R\$ 71.458,86	R\$ 13.348,31	R\$ 2.049,42
VW 17.280CRM/Planalto Magnum 19m <sup>3</sup>	R\$ 228.001,00	01/01/2017	R\$ 79.499,03	R\$ 14.850,20	R\$ 2.280,01
Ford C1722e/Cimel/ECLL AWR-15	R\$ 110.483,00	01/01/2017	R\$ 38.523,04	R\$ 7.196,00	R\$ 1.104,83
Mercedes Benz Atego 1729	R\$ 188.410,00	01/01/2017	R\$ 65.694,50	R\$ 12.271,55	R\$ 1.884,10
VW 17230 Worker	R\$ 259.245,00	01/01/2017	R\$ 90.393,14	R\$ 16.885,19	R\$ 2.592,45
<b>Média</b>	<b>R\$ 173.927,25</b>		<b>R\$ 60.644,68</b>	<b>R\$ 11.328,26</b>	<b>R\$ 1.739,27</b>

Fonte: elaborada pela autora

A Tabela 3 exibe os desvios padrões correspondentes a cada variável listada na Tabela 2. A média de cada valor é utilizada para a realização dos cálculos, e, portanto, torna-se necessário conhecer os desvios padrões associados a cada uma dessas variáveis.

Tabela 3: Desvio padrão dos custos dos veículos

VARIÁVEL	DESVIO PADRÃO
<b>VALOR DE AQUISIÇÃO</b>	R\$ 63.227,32
Valor residual	R\$ 22.046,00
Depreciação anual	R\$ 4.118,13
IPVA	R\$ 632,27

Fonte: elaborado pela autora

Para dar continuidade no cálculo, é necessário identificar os custos relacionados às remunerações das equipes responsáveis pelos roteiros, a fim de estabelecer uma remuneração média representativa para os motoristas e garis que atuam na região norte. Para isso, foram utilizadas as informações salariais obtidas a partir do portal da transparência da prefeitura de Florianópolis. Para essa análise, foi considerado um período de 6 meses como referência, a fim de calcular a média de remuneração dos profissionais.

A determinação da média salarial dos motoristas foi realizada mediante a agregação de todas as remunerações individuais dos motoristas que desempenharam suas atividades na região norte. Posteriormente, esse montante total foi dividido pela quantidade completa de motoristas cujas informações estavam disponíveis no relatório em questão. Em outras palavras, a média salarial é resultante da soma de todos os salários dos motoristas dividida pelo número total de motoristas no conjunto de dados.

Consequentemente, a média obtida representa uma estimativa da remuneração média auferido pelos motoristas na região norte, e o valor calculado foi de R\$ 6.666,63, conforme consta no apêndice A. Porém, o desvio padrão deste valor é de R\$ 4.140,47, já que as remunerações possuem grande variabilidade. Esse montante é um indicativo do valor médio que os motoristas nessa região recebem pelo seu trabalho.

Além disso, é importante levar em consideração a média salarial dos garis que desempenham suas funções em cada uma das rotas da região norte. A informação disponível nos relatórios do SISCORE se limita ao número de garis que acompanham o motorista durante as viagens. Como no relatório não consta os nomes ou matrículas individuais dos garis, a estimativa da remuneração foi baseada na média salarial informada pelo economista da Comcap, a qual foi de R\$ 4.894,96. Essa média salarial inclui não apenas o salário-base, mas

também um acréscimo de 25% relativo à gratificação de coleta e 20% de adicional de insalubridade, conforme consta no acordo coletivo da categoria, fornecido pelo SINTRASEM.

Ainda, ao analisar o relatório de acompanhamento de equipes, torna-se viável avaliar a quantidade de garis necessários para cumprir um determinado roteiro. A partir dessa análise, procedeu-se ao cálculo de uma média, revelando que, em média, cerca de 4 profissionais de limpeza são requeridos para atender cada um dos roteiros da região norte. A média foi obtida dividindo a quantidade total de profissionais de limpeza pelo número total de roteiros realizados durante o período analisado (01/01/2020 até 31/12/2020).

É importante destacar que pelo fato de a Comcap ser uma autarquia, ou seja, órgão que presta serviços públicos e cujo capital é exclusivamente público, seus colaboradores são categorizados como servidores públicos e, portanto, não fazem jus ao direito do fundo de garantia por tempo de serviço (FGTS). Sendo assim, esse benefício não é considerado no cálculo dos gastos relativos à remuneração do pessoal da Comcap. Essa distinção se deve à natureza do emprego público e das obrigações associadas aos servidores públicos que diferem daquelas aplicáveis aos trabalhadores do setor privado, que normalmente têm direito ao FGTS.

Deste modo, chega-se a um resumo de despesas com remunerações e benefícios dos colaboradores que atuam nos roteiros de coleta convencional pertencentes à região norte, conforme apresentado na Tabela 4. A porcentagem considerada de acréscimo nas férias é de 33,33% a cada 1/12 avos da remuneração. Portanto, multiplica-se o montante mensal por 11 meses, o valor das férias por 12 meses e o valor do décimo terceiro por 12 meses. Dessa forma, chega-se ao custo anual com as remunerações dos colaboradores.

Tabela 4 : Despesas com colaborador

<b>FUNÇÃO</b>	<b>SALÁRIO</b>	<b>QUANTIDADE POR VIAGEM</b>	<b>TOTAL/MÊS</b>	<b>FÉRIAS/MÊS</b>	<b>13º/MÊS</b>	<b>ANUAL</b>
<b>MOTORISTA</b>	R\$ 6.666,63	1	R\$ 6.666,63	R\$ 740,72	R\$ 555,55	R\$ 88.888,18
<b>GARI</b>	R\$ 4.894,96	4	R\$ 19.579,84	R\$ 2.175,48	R\$ 1.631,65	R\$ 261.063,88
<b>TOTAL</b>	R\$ 11.561,59	-----	R\$ 26.246,47	R\$ 2.916,20	R\$ 2.187,21	R\$ 349.952,06

Fonte: elaborada pela autora

Para calcular o custo por hora, é necessário levar em consideração o tempo de operação das atividades de coleta e transporte na região norte. Nesse contexto, analisou-se quantas horas cada frota esteve ativa durante o período de um ano, utilizando o relatório de movimentação de veículos. Em seguida, esses totais foram divididos para encontrar a média de horas de utilização

por semana para cada frota individualmente, conforme consta no apêndice B, e o valor obtido foi de 6 horas, 23 minutos e 20 segundos. Assim, é possível calcular a média geral de utilização da frota por semana para atender aos roteiros da região norte.

Agora, para o cálculo anual, utiliza-se como base que um ano tem aproximadamente 52 semanas. Portanto, ao multiplicar as 6:23:20 horas semanais por essas 52 semanas, obtém-se um total de aproximadamente 332:00 horas de operação da frota total e dos colaboradores para atender a região norte ao longo de um ano.

Isso significa que, ao calcular o custo por hora, estão sendo consideradas todas os custos associados ao funcionário ou veículo durante essas 332:00 horas anuais de trabalho. Sendo assim, estima-se um custo por hora de R\$ 1093,43 conforme consta na tabela 4. Pode-se obter esse valor através da fórmula (4):

$$\text{Custo}_{\text{HR}} = \frac{(\text{Total de despesa com colaborador} + \text{Depreciação} + \text{Licenciamento})}{\text{Tempo de de operação}} \quad (4)$$

Onde:

Total de despesa com colaborador = total anual da tabela 3;

Depreciação = média de depreciação da tabela 2;

Licenciamento = média de IPVA da tabela 2;

Tempo de operação = 332:00 horas.

Tabela 5: Custo por hora

REMUNERAÇÕES	DEPRECIÇÃO	LICENCIAMENTO	JORNADA ANUAL	R\$/H
R\$ 349.952,06	R\$ 11.328,26	R\$ 1.739,27	332:00:00	1.093,43

Fonte: elaborada pela autora

É importante mencionar que o tempo de horas semanais utilizada para o cálculo, possui um desvio padrão de 5 horas, 6 minutos e 28 segundos (5:06:28), devido a alguns veículos serem muito mais utilizados do que outros, o que gera muita variabilidade entre os dados.

### 4.1.3 Custo por Quilômetro

O custo por quilômetro é uma métrica que representa os gastos associados ao uso de um veículo e varia de acordo com a distância percorrida. Ele engloba componentes como o combustível e a manutenção. Os custos de manutenção envolvem os gastos com troca de pneus, troca de óleo, higienização e combustível.

O economista da Comcap forneceu as informações sobre o custo anual de manutenção, no ano 2021, de cada veículo encarregado da coleta convencional. Esse custo abrange a reposição de peças, a troca de pneus, a higienização e a troca de óleo. De acordo com os dados fornecidos, o custo anual de manutenção de cada veículo responsável pela coleta convencional é de R\$ 42.030,33.

O cálculo do custo de manutenção por quilômetro é um importante indicador que permite avaliar o quanto um veículo ou frota de veículos está custando em termos de manutenção por cada quilômetro percorrido ao longo de um ano. Para realizar esse cálculo, é necessário somar todos os gastos relacionados à manutenção do veículo, incluindo reparos, troca de peças, serviços mecânicos, lubrificantes e qualquer outro desembolso que esteja diretamente associado à conservação e funcionamento do veículo.

Após obter o valor total dos custos, ele deve ser dividido pela quilometragem total percorrida durante o mesmo período de um ano. Isso fornece um indicativo de quanto, em média, está sendo gasto para manter o veículo em funcionamento a cada quilômetro percorrido. Sendo assim, tem-se o custo de manutenção por quilômetro, conforme consta na Tabela 6.

Tabela 6: Custo de manutenção veículo por quilômetro percorrido

<b>MANUTENÇÃO</b>	<b>CUSTO ANUAL</b>	<b>KM ANUAL TOTAL REGIÃO NORTE</b>	<b>R\$/KM</b>
<b>PNEUS, TROCA DE ÓLEO, HIGIENIZAÇÃO E PEÇAS</b>	R\$ 42.030,33	167.741	0,25

Fonte: elaborado pela autora

Apesar de ser esperado que o custo de manutenção da coleta seja mais elevado, dado o maior desgaste dos veículos devido ao frequente movimento de parada e partida, a Comcap não realiza uma distinção nesse sentido. Em vez disso, todos os custos relacionados à manutenção são agrupados como parte do custo total da coleta convencional. Portanto, para os

propósitos deste estudo, o mesmo custo de manutenção foi considerado tanto para a coleta realizada dentro da zona de coleta quanto para o transporte até o centro de transbordo.

Ao calcular o custo por quilômetro rodado, precisa-se incluir o valor do combustível consumido a cada quilômetro percorrido. Para isso, considera-se quantos quilômetros o veículo pode percorrer com um único litro de combustível. Essa métrica é conhecida como "consumo de combustível por litro" e é utilizada para verificar a eficiência do veículo. Como todos os veículos utilizados na região norte tem capacidade de percorrermos 3 km/L e o valor do diesel considerado nesse estudo foi de R\$ 6,49 por litro, então o valor gasto com combustível é de R\$ 2,16 por quilômetro, conforme apresentado na Tabela 7.

Tabela 7: Custo com combustível por quilômetro percorrido

<b>CAMINHÕES</b>	<b>KM/L</b>	<b>VALOR DIESEL/L</b>	<b>R\$/KM</b>
<b>FORD C1723/DAM CP-15</b>	3	R\$ 6,49	R\$ 2,16
<b>FORD C1319/CIMEL ECLL10</b>	3	R\$ 6,49	R\$ 2,16
<b>FORD C1722CN/DAM CCL-15</b>	3	R\$ 6,49	R\$ 2,16
<b>FORD CARGO C 1723</b>	3	R\$ 6,49	R\$ 2,16
<b>VW 17.280CRM/PLANALTO MAGNUM 19M<sup>3</sup></b>	3	R\$ 6,49	R\$ 2,16
<b>FORD C1722E/CIMEL/ECLL AWR-15</b>	3	R\$ 6,49	R\$ 2,16
<b>MERCEDES BENZ ATEGO 1729</b>	3	R\$ 6,49	R\$ 2,16
<b>VW 17230 WORKER</b>	3	R\$ 6,49	R\$ 2,16

Fonte: elaborada pela autora.

Para calcular o valor de combustível por quilômetro rodado, divide-se a distância percorrida pelo veículo pela sua eficiência de consumo de combustível. Isso fornece uma estimativa de quanto é gasto em combustível a cada quilômetro percorrido. Esse valor compõe o custo total de operação do veículo, uma vez que o combustível geralmente representa uma parcela significativa dos custos associadas ao uso do veículo.

Com base nos dois custos mencionados, é possível efetuar o cálculo do custo total por quilômetro, que consiste na simples adição do custo de manutenção ao custo de combustível. Portanto, podemos expressar essa relação da seguinte forma, como mostra a equação (5):

$$\text{Custo}_{\text{km}} = \text{Custo de manutenção} + \text{Custo de combustível} \quad (5)$$

Onde:

Custo de manutenção = valor por quilometro (R\$/Km) da tabela 5;

Custo de combustível = gasto com combustível (R\$/Km) da tabela 6.

Deste modo, obtemos que o  $Custo_{km} = R\$ 2,41$ .

## 4.2 CÁLCULO DE CUSTO TOTAL NA CONFIGURAÇÃO DA REDE ATUAL

### 4.2.1 Custo de deslocamento entre o centro de transbordo e a zona de coleta

Cada roteiro é atendido por veículos que operam sob restrições relacionadas à capacidade de carga e ao tempo disponível para coleta. Essas restrições impactam diretamente o custo de deslocamento e indiretamente o custo total da operação. Para determinar o custo de deslocamento, ou seja, o custo entre o centro de transbordo e a zona de coleta, leva-se em consideração o custo de manutenção do veículo, o custo horário e a velocidade média do trajeto entre o centro de transbordo e a zona de coleta.

Com base nos dados já mencionados anteriormente, há condições de realizar o primeiro cálculo com deslocamento, que consiste em determinar o custo associado ao deslocamento entre o centro de transbordo e a zona de atendimento.

Para efetuar esse cálculo, será necessário empregar várias fórmulas, cujas explicações serão fornecidas nas seções subsequentes.

O custo de deslocamento é obtido da seguinte forma:

$$\text{Custo deslocamento} = 2 \times d \times \text{Custokm} + \frac{2 \times d}{\text{Velocidade média}} \times \text{CustoHR} \quad (6)$$

Onde:

$d$  = distância entre a zona de coleta e o centro de transbordo;

$\text{Custo}_{HR}$  = valor obtido através da equação (4);

$\text{Custo}_{km}$  = valor obtido através da equação (5);

$\text{Velocidade média} = \frac{\text{Distância de transporte}}{\text{Tempo de transporte}}$ .

A velocidade média é obtida considerando o tempo e a distância de percurso entre o centro de transbordo e a região de coleta. Para isso, é calculado a média da velocidade média de todas as viagens de transporte de resíduos.

A determinação da distância entre o centro de transbordo e a zona de coleta envolveu um cálculo que se baseou em informações fornecidas no relatório anual. Especificamente, a estimativa da distância foi obtida considerando a média entre a quantidade total de quilômetros percorridos para transporte e o número de viagens registradas, conforme demonstrado na Tabela 8.

É importante ressaltar que o relatório agrupa a quilometragem de ida e volta. Portanto, para obter a distância entre o centro de transbordo e a zona de coleta, é necessário dividir o valor obtido pela metade. Nesse contexto, o valor resultante da distância foi de 26 quilômetros, pois deve ser considerado apenas a metade da distância total estimada.

Tabela 8: Distância entre o centro de transbordo e a zona de coleta

<b>TOTAL KM NO ANO</b>	<b>TOTAL DE VIAGENS</b>	<b>MÉDIA DISTÂNCIA (IDA + VOLTA)</b>
134.541	2.587	52

Fonte: elaborado pela autora

Com os valores que já foram obtidos e através da aplicação da fórmula (6), consegue-se calcular quanto custa, em termos de deslocamento, realizar uma única viagem até a zona de coleta. As variáveis e os valores considerados, bem como suas unidades, estão descritos na Tabela 9.

Tabela 9: Custo por Deslocamento

<b>VARIÁVEL</b>	<b>VALOR</b>	<b>UNIDADE</b>
<b>DISTÂNCIA ENTRE CENTRO DE TRANSBORDO E ZONA DE COLETA</b>	26	km
<b>VELOCIDADE MÉDIA</b>	37,48	km/h
<b>CUSTO POR KM</b>	2,41	R\$/km
<b>CUSTO POR HORA</b>	1.093,43	R\$/h
<b>TOTAL</b>	<b>1.642,36</b>	<b>R\$</b>

Fonte: elaborada pela autora

#### 4.2.2 Custo de deslocamento dentro da zona de coleta

De forma análoga, pode-se calcular o custo de deslocamento dentro da zona, utilizando a fórmula (7):

$$\text{Custo de deslocamento zona} = \text{Custokm} \times D + \frac{D}{\text{Velocidade média de coleta}} \times \text{CustoHR} \quad (7)$$

Onde:

D = distância percorrida dentro da zona de coleta;

Custo<sub>HR</sub> = valor obtido através da equação (4);

Custo<sub>km</sub> = valor obtido através da equação (5);

$$\text{Velocidade média} = \frac{\text{Distância de coleta}}{\text{Tempo de coleta}}$$

Da mesma maneira que anteriormente, a distância da zona foi obtida considerando a quilometragem percorrida e o número de viagens realizadas, porém aqui se utiliza o percurso dentro da zona de coleta, ou seja, os quilômetros percorridos dentro da zona de coleta ou quilômetros de coleta. Portanto, o valor de distância obtido é exatamente o que será utilizado nos cálculos.

Tabela 10: Distância da zona de coleta

TOTAL KM DE COLETA NO ANO	TOTAL DE VIAGENS	MÉDIA DISTÂNCIA DA ZONA
33200	2.587	12,83

Fonte: elaborado pela autora

Utilizando a equação (7) de custo de deslocamento na zona, chega-se ao custo de deslocamento dentro da zona de coleta, conforme apresentado na Tabela 11.

Tabela 11: Custo de deslocamento na zona

VARIÁVEL	VALOR	UNIDADE
DISTÂNCIA DENTRO DA ZONA DE COLETA	12,83	km
VELOCIDADE MÉDIA	4,67	km/h
CUSTO POR KM	2,41	R\$/km
CUSTO POR HORA	1.093,43	R\$/h
<b>TOTAL</b>	<b>3.034,93</b>	<b>R\$</b>

Fonte: elaborada pela autora

#### 4.2.3 Custo com a transferência dos resíduos até o aterro sanitário

Deve-se ainda considerar os custos associados à transferência dos rejeitos para o aterro sanitário de Biguaçu. Para isso, considera-se que neste deslocamento é necessário apenas um motorista, sem necessidade de garis. Portanto, o valor da remuneração anual é modificado e conseqüentemente o custo horário para esta atividade também. Além disso, considera-se como tempo de operação, o tempo de deslocamento entre o centro de transbordo e o aterro sanitário fornecido pelo *google maps*. Precisa-se levar em consideração tanto o tempo de ida quanto o de volta, ou seja, o tempo de deslocamento é multiplicado por dois.

Ainda, é necessário considerar que a capacidade dos caminhões de transferência é de 35 toneladas, sendo assim, precisa-se dividir o peso de resíduos coletados na região norte anualmente para que se tenha um média de viagens realizadas. Fazendo isso, verificou-se que anualmente são coletadas 14592,4 toneladas de resíduos na região norte e por isso é calculado que são necessárias 417 viagens no ano para transferir toda essa quantidade de resíduos para o aterro sanitário de Biguaçu.

Os custos dos veículos, como depreciação e licenciamento, foram os mesmos considerados nas etapas de coleta e transporte, pois não há relatórios disponíveis que descrevam os modelos utilizados ou que detalhem a atividade de transferência para o aterro sanitário. Já o tempo de deslocamento fornecido pelo *google maps* foi de 45 minutos, ou seja, 1 hora e meia considerando ida e volta e 625 horas e 30 minutos considerando as 417 viagens necessárias para atender à demanda. Por fim, chega-se aos resultados de contidos na Tabela 12.

Tabela 12 - Custo horário de transferência de rejeitos

REMUNERAÇÕES	DEPRECIAÇÃO	LICENCIAMENTO	TEMPO DE DESLOCAMENTO	R\$/H
R\$ 88.888,18	R\$ 11.328,26	R\$ 1.739,27	625:30:00	163,00

O custo por quilômetro também foi mantido conforme calculado anteriormente, e a distância percorrida considerada foi a disponível nas rotas do *google maps* que é de 50,1 km, a qual também deve ser multiplicada por dois, para considerar tanto a ida quanto a volta. Sendo assim, o custo de transferência pode ser descrito como a equação 8:

$$\text{Custo de transferência} = (\text{Dt} \times \text{Custo}_{\text{km}}) + (\text{Tempo de deslocamento} \times \text{Custo}_{\text{HR}}) \quad (8)$$

Onde:

Dt = distância entre o centro de transbordo e o aterro sanitário;

Custo<sub>HR</sub> = valor da tabela 12;

Custo<sub>km</sub> = valor obtido através da equação (5);

Tempo de deslocamento = 625,5 horas

Logo, o custo de transferência de resíduos sólidos é de R\$ 202.653,70 ao ano.

#### 4.2.4 Custo total

Finalmente, pode-se calcular o custo total com a movimentação de rejeitos, por meio da equação (9):

$$\text{Custo médio total} = \text{Custo de deslocamento} + \text{Custo de deslocamento na zona} + \text{Custo de transferência} \quad (9)$$

Onde:

Custo de deslocamento = valor obtido através da equação 6;

Custo de deslocamento na zona = valor obtido através da equação 7;

Custo de transferência = valor obtido através da equação 8.

O custo total anual com a movimentação de resíduos sólidos é de R\$ 12.302.798,76. Mas ele pode ser dividido em duas etapas, onde a primeira consiste em agrupar os custos de deslocamento, já que são realizados considerando as mesmas quantidades de equipes e quantidade de viagens, enquanto que o custo de transferência pode ser analisado sozinho, já que considera outra quantidade de viagem e menos colaboradores envolvidos na atividade.

Portanto, para os gastos com deslocamento, o custo médio é de R\$ 4.677,29 por viagem, conforme apresentado na Tabela 13. Ao considerar uma média de 2.587 viagens no ano, o custo total no ano com o deslocamento é de R\$ 12.100.145,45.

Tabela 13: Custo total de deslocamento por viagem

VARIÁVEL	ATÉ ZONA DE COLETA	DENTRO DA ZONA DE COLETA	UNIDADE
<b>DISTÂNCIA</b>	26	12,83	km
<b>VELOCIDADE MÉDIA</b>	37,48	4,67	km/h
<b>CUSTO POR KM</b>	2,41	2,41	R\$/km
<b>CUSTO POR HORA</b>	1093,43	1093,43	R\$/h
<b>TOTAL POR DESLOCAMENTO</b>	<b>R\$ 1.642,36</b>	<b>R\$ 4.036,33</b>	<b>R\$</b>
<b>TOTAL DE DESPESA COM DESLOCAMENTO</b>	<b>R\$ 4.677,29</b>		<b>R\$</b>

Fonte: elaborada pela autora

Enquanto que o custo de transferência por viagem é de R\$ 485,98, considerando 417 viagens no ano até o aterro sanitário.

Agora, segue-se para o cálculo do custo total considerando uma nova rede logística, onde o centro de transbordo está próximo aos roteiros da região norte.

#### 4.3 CÁLCULO DE CUSTO TOTAL PARA A NOVA REDE LOGÍSTICA

Uma nova configuração da rede logística é considerada, onde o centro de transbordo está localizado próximo ao Sapiens Parque no bairro Cachoeira do Bom Jesus em Florianópolis. Para isso, o *google maps* irá auxiliar no cálculo de distância e de tempo de transporte. Os locais escolhidos para consulta baseiam-se no relatório de roteiros utilizado neste trabalho, para isso

foi utilizado o campo distrito para verificar as distâncias e tempos de cada distrito até o novo centro de transbordo.

De acordo com o levantamento de distância e tempo de deslocamento feito através da opção rotas do *google maps* e utilizando as informações da coluna descrição mapa conforme tabela 1, chega-se aos valores mencionados na Tabela 14.

Tabela 14: Distância entre o novo centro de transbordo e zona de coleta

DISTRITO	DISTÂNCIA (KM)	TEMPO (HORAS)
CANASVIEIRAS	2,5	0,083
CACHOEIRA DO BOM JESUS	1,3	0,083
SEDE INSULAR	12,2	0,317
INGLESES DO RIO VERMELHO	8,6	0,267
SÃO JOÃO DO RIO VERMELHO	12,9	0,333
LAGOINHA	6,7	0,200
JURERÊ	14,8	0,250
DANIELA	16,9	0,300
PRAIA DO FORTE	10	0,367
RIO VERMELHO	12,9	0,333
VARGEM GRANDE	5,3	0,133
<b>MÉDIA</b>	<b>9,46</b>	<b>0,24</b>

Fonte: elaborada pela autora

Com base nas informações disponíveis, é possível recalculer o custo médio por viagem associado ao transporte de rejeitos. Para tal, será necessário recalculer o custo de deslocamento, conforme a aplicação da equação (6), visto que a nova distância entre o centro de transbordo e a zona de coleta deve ser considerada. A Tabela 15 apresenta o custo de deslocamento entre o centro de transbordo e a zona de coleta considerando o novo cenário.

Tabela 15: Custo de deslocamento para a nova rede logística

VARIÁVEL	VALOR	UNIDADE
DISTÂNCIA ATÉ O CENTRO DE TRANSBORDO	9,46	km
VELOCIDADE MÉDIA	39,04	km/h
CUSTO POR KM	2,41	R\$/km

<b>CUSTO POR HORA</b>	1093,43	R\$/h
<b>CUSTO MÉDIO POR VIAGEM</b>	<b>575,76</b>	<b>R\$</b>

Fonte: elaborado pela autora

Como o valor do custo de deslocamento dentro da zona permanece o mesmo, é possível obter o valor do custo total de deslocamento por viagem, conforme consta na tabela 15.

Tabela 16: Custo total de deslocamento por viagem de acordo com a nova rede logística

<b>VARIÁVEL</b>	<b>ATÉ ZONA DE COLETA</b>	<b>DENTRO DA ZONA</b>	<b>UNIDADE</b>
<b>DISTÂNCIA</b>	9,46	12,83	km
<b>VELOCIDADE MÉDIA</b>	39,04	4,67	km/h
<b>CUSTO POR KM</b>	2,41	2,41	R\$/km
<b>CUSTO POR HORA</b>	1457,93	1457,93	R\$/h
<b>TOTAL POR DESLOCAMENTO</b>	<b>R\$ 575,76</b>	<b>R\$ 3.034,93</b>	<b>R\$</b>
<b>TOTAL DE DESPESA COM DESLOCAMENTO</b>	<b>R\$ 3.610,70</b>		<b>R\$</b>

Fonte: elaborado pela autora.

Por fim, deve-se calcular o custo total de deslocamento baseado nesta nova consideração. Assim, tem-se que o custo total anual com transporte de rejeitos atinge o valor de R\$ 9.340.872,43, considerando as mesmas 2587 viagens.

O cálculo do custo de transferência deve ser feito conforme anteriormente, porém considerando o trajeto de 72,2 km até o aterro sanitário e o tempo de 1 hora e 20 minutos por viagem, sendo que o número de viagens permanece o mesmo, 417 viagens. Tanto o tempo como a distância devem ser multiplicados por dois, para englobar tanto a ida quanto a volta. Desta maneira, o custo horário é alterado, já que o tempo de deslocamento é maior. O novo valor do custo horário de transferência é mostrado na tabela 16.

Tabela 17 - Custo horário de transferência para a nova rede logística

<b>REMUNERAÇÕES</b>	<b>DEPRECIÇÃO</b>	<b>LICENCIAMENTO</b>	<b>TEMPO DE DESLOCAMENTO</b>	<b>R\$/H</b>
<b>R\$ 88.888,18</b>	R\$ 11.328,26	R\$ 1.739,27	1113:23:40	91,57

Fonte: elaborado pela autora

Utilizando a fórmula 8, tem-se que o custo de transferência de rejeitos para o novo cenário é de R\$ 247.073,38, já que o centro de transbordo fica localizado no sapiens parque.

Sendo assim, após esse cálculo, é possível realizar a aplicação da fórmula (9), e obtém-se que o custo total anual com a movimentação de rejeitos da região norte, considerando a nova localização do centro de transbordo, é de R\$ 9.587.945,80.

#### 4.4 COMPARAÇÃO ENTRE AS REDES LOGÍSTICAS

Ao analisar os custos associados a cada viagem entre o centro de transbordo e a zona de coleta nos dois cenários em questão, evidencia-se uma notável redução de 185,25% ao optar pela instalação do centro de transbordo em uma localização alternativa. Essa comparação dos custos pode ser visualizada na Tabela 18, onde os valores específicos para cada cenário são devidamente apresentados.

A redução de 185,25%, destaca o impacto positivo da mudança de localização do centro de transbordo nos custos relacionados ao transporte. A análise desses números proporciona uma compreensão das implicações financeiras dessa decisão estratégica. Portanto, ao visualizar os dados na tabela, constata-se que a construção do novo centro de transbordo reduz os custos de deslocamento. A velocidade média é alterada devido ao total de quilômetros percorridos e ao total de horas de deslocamento, que sofrem alterações considerando a nova rede logística.

Tabela 18: Comparação entre custo de deslocamento das redes logísticas

VARIÁVEL	ATUALMENTE	NOVO CENÁRIO	UNIDADE
<b>DISTÂNCIA ATÉ O CENTRO DE TRANSBORDO</b>	26	9,46	km
<b>VELOCIDADE MÉDIA</b>	37,48	39,04	km/h
<b>CUSTO POR KM</b>	2,41	2,41	R\$/km
<b>CUSTO POR HORA</b>	1093,43	1093,43	R\$/h
<b>TOTAL CUSTO ENTRE TRANSBORDO E ZONA DE COLETA</b>	R\$ 1.642,36	R\$ 575,76	R\$

Fonte: elaborada pela autora

Ao avaliar a comparação dos gastos totais nos dois cenários, destaca-se a viabilidade financeira do novo contexto para a organização. Conforme evidenciado na Tabela 19, a implementação desse cenário resulta em uma economia de R\$ 2.714.852,95 anualmente,

embora os custos de transferência sejam mais altos, o custo total com o transporte de rejeitos ainda permanece menor em comparação ao cenário atual. Vale ressaltar que o custo de deslocamento dentro da zona não sofre alterações, mantendo-se em R\$ 3.034,93 por viagem, uma vez que não houve inclusão ou exclusão de rotas atendidas.

Essa análise financeira reforça a eficácia da nova configuração da rede logística, indicando que sua adoção não apenas preserva a operação dentro da zona de forma consistente, mas também oferece vantagens econômicas para a organização. A economia reflete não apenas a gestão eficiente dos recursos, mas também a capacidade de otimizar custos sem comprometer a qualidade e a cobertura dos serviços prestados. Portanto, ao considerar o aspecto financeiro, o novo cenário emerge como uma escolha estratégica em relação à sustentabilidade financeira.

Tabela 19 - Comparação de custo total as configurações de redes logísticas

<b>CUSTOS</b>	<b>CENÁRIO ATUAL</b>	<b>NOVO CENÁRIO</b>	<b>DIFERENÇA</b>	<b>%</b>
<b>CUSTOS DE DESLOCAMENTO</b>	R\$ 12.100.145,05	R\$ 9.340.872,43	R\$ 2.759.272,63	29,54%
<b>CUSTO DE TRANSFERÊNCIA</b>	R\$ 202.653,70	R\$ 247.073,38	-R\$ 44.419,68	-17,98%
<b>CUSTO TOTAL</b>	R\$ 12.302.798,75	R\$ 9.587.945,80	R\$ 2.714.852,95	28,32%

Fonte: elaborado pela autora

Portanto, a opção mais vantajosa seria a implantação de um novo centro de transbordo nas proximidades das rotas da região norte. Tal decisão resultaria em uma redução significativa de 28,32% nos custos totais associados ao transporte de rejeitos sólidos na mencionada área de Florianópolis.

Além da diminuição nos custos totais associados ao deslocamento entre o centro de transbordo e a zona de coleta, é relevante salientar que essa mudança também resultará na redução do número total de quilômetros percorridos ao longo do ano. Embora a quantidade de quilômetros percorridos até o aterro sanitário seja maior, o deslocamento entre o centro de transbordo e zona de coleta será reduzido significativamente, conforme mostra a tabela 19. Essa redução tem implicações significativas, contribuindo para a minimização do desgaste das peças dos veículos, do custo com combustível e o aumento do intervalo entre as trocas de óleo e pneus, já que a distância percorrida anualmente será reduzida em 77,72%.

Tabela 20 - Comparação das distâncias percorridas entre as configurações de redes logísticas

<b>DISTÂNCIA</b>	<b>ATUALMENTE</b>	<b>NOVO CENÁRIO</b>
<b>DESLOCAMENTO ENTRE TRANSBORDO E ZONA DE COLETA</b>	134.541 km	24.482 km
<b>DESLOCAMENTO DENTRO DA ZONA</b>	33.200 km	33.200 km
<b>DESLOCAMENTO ATÉ O ATERRO</b>	41.783 km	60.215 km
<b>TOTAL</b>	209.524 km	117.897 km

Fonte: elaborada pela autora

A otimização desses aspectos não apenas proporciona benefícios operacionais, como também impacta positivamente no custo por quilômetro. Ao reduzir o desgaste dos componentes dos veículos e prolongar os intervalos de manutenção, ocorre uma efetiva diminuição no custo associado a cada quilômetro percorrido.

Pode-se também abordar a redução nas horas de transporte como um fator crítico. Essas horas, que representam períodos de ociosidade, não apenas impactam diretamente a eficiência operacional, mas também contribuem para o aumento do custo horário, já que há subutilização dos veículos.

Os valores referentes às reduções mencionadas podem ser conferidos na Tabela 21, a qual apresenta o comparativo entre as redes logísticas e as reduções obtidas quando se opta por instalar o centro de transbordo mais próximo da região onde estão localizadas as rotas.

Tabela 21: Comparação entre quilômetro e tempo total de deslocamento entre centro de transbordo e zona de coleta

<b>VARIÁVEL</b>	<b>ATUALMENTE</b>	<b>NOVO CENÁRIO</b>	<b>% REDUÇÃO</b>
<b>DISTÂNCIA ANUAL ATÉ O CENTRO DE TRANSBORDO</b>	134.541 km	48.946 km	174,88%
<b>TEMPO DE TRANSPORTE ANUAL</b>	4210:16:00	1264:16:00	233,02%

Fonte: elaborada pela autora

Os cálculos relativos ao valor de quilômetros percorridos e ao tempo de transporte anual para a nova rede logística foram realizados com base na média de quilômetros e tempo, conforme apresentados na Tabela 14. Entretanto, é importante ressaltar que esses valores foram duplicados, levando em consideração tanto o deslocamento de ida quanto o de volta do veículo. Além disso, o cálculo foi realizado considerando um total de 2587 viagens, a fim de obter os valores anuais para ambas as variáveis.

Assim, ao considerar o cenário global, a instalação do novo centro de transbordo não apenas se traduz em uma redução de custos financeiros, mas também se alinha a práticas operacionais mais eficientes, consolidando-se como uma escolha estratégica integral para aprimorar o sistema logístico como um todo.

Pode-se também mencionar que a subutilização dos veículos aumenta de forma significativa os custos de transporte. Pois, ao considerar que o tempo de operação fosse o mesmo que a jornada de trabalho, ou seja, 40 horas semanais, a quantidade de horas totais anuais seria de 2080 horas e o custo horário de R\$ 174,53. Isso reduziria em 397,34% os custos totais associados ao transporte de rejeitos, considerando a configuração da rede atual e em 403,46% de acordo com a nova configuração da rede logística. Os custos totais para estas configurações são apresentados nas Tabelas 22 e 23, respectivamente.

Tabela 22 - Custo total para rede logística atual considerando a jornada de trabalho

VARIÁVEL	ATÉ ZONA DE COLETA	DENTRO DA ZONA	UNIDADE
<b>DISTÂNCIA</b>	26	12,83	km
<b>VELOCIDADE MÉDIA</b>	37,48	4,67	km/h
<b>CUSTO POR KM</b>	2,41	2,41	R\$/km
<b>CUSTO POR HORA</b>	174,53	174,53	R\$/h
<b>TOTAL POR DESLOCAMENTO</b>	<b>R\$ 367,46</b>	<b>R\$ 510,41</b>	<b>R\$</b>
<b>CUSTO DESLOCAMENTO POR VIAGEM</b>	R\$ 877,87		R\$
<b>CUSTO COM TRANSFERÊNCIA</b>	<b>R\$ 202.653,70</b>		<b>R\$</b>
<b>CUSTO TOTAL DE DESLOCAMENTO</b>	<b>R\$ 2.473.701,14</b>		<b>R\$</b>

Fonte: elaborado pela autora

Tabela 23 - Custo total para nova rede logística considerando a jornada de trabalho

VARIÁVEL	ATÉ ZONA DE COLETA	DENTRO DA ZONA	UNIDADE
<b>DISTÂNCIA</b>	9,46	12,83	km
<b>VELOCIDADE MÉDIA</b>	39,04	4,67	km/h
<b>CUSTO POR KM</b>	2,41	2,41	R\$/km
<b>CUSTO POR HORA</b>	174,53	174,53	R\$/h
<b>TOTAL POR DESLOCAMENTO</b>	<b>R\$ 130,23</b>	<b>R\$ 510,41</b>	<b>R\$</b>
<b>CUSTO DESLOCAMENTO POR VIAGEM</b>	<b>R\$ 640,64</b>		<b>R\$</b>
<b>CUSTO COM TRANSFERÊNCIA</b>	<b>R\$ 247.073,38</b>		<b>R\$</b>
<b>CUSTO TOTAL DE DESLOCAMENTO</b>	<b>R\$ 1.904.413,21</b>		<b>R\$</b>

Fonte: elaborado pela autora

## 5 CONCLUSÃO

A localização estratégica de centros de transbordo, visando a redução de custos, a minimização de deslocamentos e o uso eficiente de veículos, é um tema de extrema importância para diversas organizações e para as redes logísticas de modo geral.

Diante desse contexto, o presente trabalho se propôs a realizar uma análise dos custos relacionados ao transporte de resíduos sólidos em uma região específica do município de Florianópolis. O objetivo principal foi avaliar a viabilidade financeira da instalação de um novo centro de transbordo em uma localização estratégica próxima aos roteiros de coleta.

Os resultados obtidos demonstraram que em termos de custo de transporte a instalação do centro de transbordo na região norte de Florianópolis é a solução mais indicada. Essa decisão resulta na minimização significativa da quantidade de quilômetros percorridos anualmente, assim como na redução do tempo total dedicado exclusivamente ao transporte dos resíduos até o centro de transbordo, onde ocorre a transferência da carga. Além disso, essa nova instalação implica em uma redução de 28,32% nos custos totais associados ao processo de transporte de rejeitos.

Esse número expressivo destaca o fato de que o transporte de resíduos sólidos representa um ônus considerável para a organização. Esse alto custo não só impacta significativamente o orçamento, mas também pode influenciar outras áreas das operações. Portanto, compreender e monitorar esses custos contribui para uma gestão eficaz das finanças e para a busca de maneiras de reduzi-los.

Esses resultados corroboram com a afirmativa de que a localização estratégica do depósito exerce grande influência na eficiência e economia dos processos logísticos de transporte. A escolha criteriosa do local do depósito pode ter um impacto direto na capacidade de cumprir prazos de entrega, na redução dos custos operacionais e na otimização do aproveitamento dos recursos disponíveis. Portanto, a análise realizada oferece uma visão sobre a importância estratégica da gestão de localização na eficiência logística e na economia operacional.

A instalação estratégica de centros de transbordo em locais próximos aos pontos de coleta é uma prática que ganha relevância. Pois, não apenas reduz os quilômetros percorridos, mas também otimiza o tempo dedicado exclusivamente ao transporte de resíduos, impactando diretamente na eficiência operacional e nos custos associados.

Pode-se ainda citar que a subutilização dos veículos impacta diretamente os custos de transporte, portanto, além de ter um centro de transbordo em uma nova localização, é recomendado otimizar a utilização dos veículos disponíveis. Essa otimização visa minimizar a subutilização dos recursos, resultando não apenas em eficiência operacional, mas também na diminuição dos custos associados ao transporte de resíduos e ao tempo improdutivo dos colaboradores.

## 6 REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Jéssica Ferreira. **A logística dos transportes e suas características na cidade de uberlândia e região**. 2019. 43 f. Monografia (Especialização) - Curso de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/24265/1/Log%C3%ADsticaTransportesCaracter%C3%ADsticas.pdf>. Acesso em: 06 jul. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos Sólidos - Classificação. 2 ed. Rio de Janeiro: Cenweb, 2004. Disponível em: <https://analiticaqmresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf> Acesso em: 06 jul. 2023.

BALASHOVA, Elena; MACHIN, Igor; SERDYUKOVA, Larisa. Accounting of logistics costs and their impact on pricing. **Transportation Research Procedia**, [S.L.], v. 63, p. 2114-2121, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146522004926>. Acesso em: 07 jul. 2023.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 616 p.

BOWERSOX, Donald J.; CLOSS, David J.; COOPER, M. Bixby; BOWERSOX, John C. **Gestão Logística da Cadeia de Suprimentos**. 4. ed. Porto: AMGH Editora, 2013. 472 p.

BRASIL (Estado). Ato Diat nº 92, de 31 de dezembro de 1998. **Ato Diat Nº 92/2023**. Brasil, SC, 2023. Disponível em: [https://legislacao.sef.sc.gov.br/html/atos\\_diat/2023/atodiat\\_23\\_092.htm](https://legislacao.sef.sc.gov.br/html/atos_diat/2023/atodiat_23_092.htm). Acesso em: 15 dez. 2023.

BRASIL. Lei nº 12.305, 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, DF, p. 3-7, 3 de ago. de 2010.

BRASIL. Instrução Normativa nº 162, de 31 de dezembro de 1998. **Instrução Normativa Srf Nº 162, de 31 de Dezembro de 1998**. Brasil, DF, 12 nov. 2013. Disponível em: <https://www.portaltributario.com.br/legislacao/insrf162.htm>. Acesso em: 12 dez. 2023.

CHRISTOPHER, Martin. **Logística E Gerenciamento Da Cadeia De Suprimentos**. 4. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2018. 392 p.

CHOPRA, Sunil; MEINDL, Peter. **Gestão da Cadeia de Suprimentos: Estratégia, Planejamento e Operações**. 4. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011. 519 p..

COMCAP. **Coleta, valorização de resíduos e zeladoria urbana em Florianópolis**. Florianópolis: Comcap, 2017. 31 slides, color. Disponível em: [https://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/27\\_07\\_2017\\_15.15.18.3a50ed38407037b5e8cf56affceaeef.pdf](https://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/27_07_2017_15.15.18.3a50ed38407037b5e8cf56affceaeef.pdf). Acesso em: 07 jul. 2023.

COMCAP. **Convencional - ATUALIZADO**. 2022. Disponível em: <https://www.google.com/maps/d/u/0/viewer?hl=pt-BR&ll=-27.580450935796346%2C-48.54644372984463&z=12&mid=1tbLrVVv9QGukKekrxpENiylwAbGAmFqn>. Acesso em: 10 out. 2023.

CUI, Huixia. et al. A distribution center location optimization model based on minimizing operating costs under uncertain demand with logistics node capacity scalability. **Physica A: Statistical Mechanics and its Applications**, [S.L.], v. 610, p. 128392, jan. 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378437122009505>. Acesso em: 07 jul. 2023.

DUARTE, Maíra Moraes. **Otimização de um sistema de coleta de resíduos sólidos domiciliares a partir do roteamento e implantação de uma estação de transbordo e triagem: o caso de carapebus-rj**. 2020. 103 f. TCC (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Macaé, 2020. Disponível em: [https://engenharias.macaee.ufrj.br/images/testetcc/2020/TCC\\_MAIRA\\_2020.pdf](https://engenharias.macaee.ufrj.br/images/testetcc/2020/TCC_MAIRA_2020.pdf). Acesso em: 10 out. 2023.

FARIA, A. C.; COSTA, M. F. G. **Gestão de custos logísticos**. São Paulo: Atlas, 2012. FARIA, Ana Cristina de; COSTA, Maria de Fátima Gameiro da. **Gestão de custos logísticos: custeio baseado em atividades (abc), balanced scorecard (bsc), valor econômico agregado (eva)**. Ribeirão Preto: Atlas, 2005. 448 p.

FARIA, Ana Cristina de; ROBLES, Léo Tadeu. Em Busca da Vantagem Competitiva: Trade-Offs de Custos Logísticos em Cadeias de Suprimentos. **VII Congresso Brasileiro de Custos**, Recife, p. 1-15, ago. 2000. Disponível em: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/3113/3113>. Acesso em: 06 jul. 2023.

FERNANDES, S.T. **Aplicação do Lean Six Sigma na logística de transporte de produtos de uma indústria metalúrgica**. Guaratinguetá. Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica, UNESP, 136pp. 2008. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/275601327\\_Aplicacao\\_do\\_lean\\_six\\_sigma\\_na\\_logistica\\_de\\_transporte](https://www.researchgate.net/publication/275601327_Aplicacao_do_lean_six_sigma_na_logistica_de_transporte). Acesso em: 04 de ago. de 2023

FREIRES, F. G. M. **Proposta de um modelo de gestão dos custos da cadeia de suprimentos**. Dissertação, 2000, 135 f. (Mestrado em Engenharia de Produção), Escola de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000. <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/78809/185490.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 08 de jul. de 2023

FUNASA, Fundação nacional da saúde. **Manual de saneamento**. 5. ed. Ministério da Saúde. Brasília, 2019. 547p.

KANG, Sanggyun. Warehouse location choice: a case study in los angeles, ca. **Journal Of Transport Geography**, [S.L.], v. 88, p. 102297, out. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2018.08.007>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0966692317307329?via%3Dihub>.

Acesso em: 12 out. 2023.

LIMA, Maurício Pimenta. Custos logísticos na economia brasileira. **Revista Tecnológica**. São Paulo, p. 66-69. jan. 2006. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/375843633/Custos-Logisticos-na-Economia-Brasileira-pdf>.

Acesso em: 23 nov. 2023.

LISZBINSKI, B. B. et al. **Custos logísticos : um levantamento da produção científica na última década no Brasil**. XX Congresso Brasileiro de Custos. **Anais...**2013. Disponível em: <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/viewFile/4241/4241>. Acesso em: 07 de jul. 2023

MARQUES, M. D. C. Proposta De Modelo De Consumo De Combustível Nos Sistemas De Coleta Dos Resíduos Sólidos Urbanos: Estudo De Caso No Distrito Federal. 2018. Disponível em:

[https://www.bdm.unb.br/bitstream/10483/21823/1/2018\\_MuriloDeCarvalhoMarques\\_tcc.pdf](https://www.bdm.unb.br/bitstream/10483/21823/1/2018_MuriloDeCarvalhoMarques_tcc.pdf).

Acesso em: 04 de ago. de 2023

MENDONÇA, Francielle Miranda Gallieri. **Estrutura básica de uma estação de transbordo de resíduos: do projeto à operação**. Disponível em: [https://sinergiaengenharia.com.br/noticias/estrutura-basica-de-uma-estacao-de-transbordo-de-residuos-do-projeto-a-](https://sinergiaengenharia.com.br/noticias/estrutura-basica-de-uma-estacao-de-transbordo-de-residuos-do-projeto-a-operacao/#:~:text=a%20escolha%20de%20um%20local%2C%20com%20distanciamento%20seguro,drenagem%20de%20C3%A1guas%20pluviais%20e%20de%20poss%C3%ADveis%20efluentes%3B)

[operacao/#:~:text=a%20escolha%20de%20um%20local%2C%20com%20distanciamento%20seguro,drenagem%20de%20C3%A1guas%20pluviais%20e%20de%20poss%C3%ADveis%20efluentes%3B](https://sinergiaengenharia.com.br/noticias/estrutura-basica-de-uma-estacao-de-transbordo-de-residuos-do-projeto-a-operacao/#:~:text=a%20escolha%20de%20um%20local%2C%20com%20distanciamento%20seguro,drenagem%20de%20C3%A1guas%20pluviais%20e%20de%20poss%C3%ADveis%20efluentes%3B). Acesso em: 10 out. 2023.

MONTEIRO, J. H. et al. **Manual gerenciamento integrado de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: SEDU/IBAM, 2001.

MORAIS, Adriano Erik Reinaldo de; BARBOSA, Plinio Tavares; ALVES, Leonardo Alcântara. Avaliação dos impactos socioambientais urbanos: o descarte incorreto dos resíduos e atividade de conscientização ambiental na cidade de Apodi-RN. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**. Santa Maria, p. 295-305. abr. 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/20019/pdf>. Acesso em: 31 ago. 2023.

Nascimento, S., Gallon, A., & Beuren, I. (2010). Formação de Preços em Empresa de Transporte Rodoviário de Cargas. **Pensar Contábil**, v.11, p. 20–28. [https://www.researchgate.net/publication/279439772\\_Formacao\\_de\\_Precos\\_em\\_Empresa\\_de\\_Transporte\\_Rodoviario\\_de\\_Cargas](https://www.researchgate.net/publication/279439772_Formacao_de_Precos_em_Empresa_de_Transporte_Rodoviario_de_Cargas). Acesso em: 04 de ago. de 2023

NOVACK, Robert A; GIBSON, Brian; SUZUKI, Yoshinori; COYLE, John J. **Transportation: A Global Supply Chain Perspective**. 9. ed. [S. l.]: Cengage Learning, 2018. 518 p.

NOVAES, Antonio Galvão Naclério. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação**. 3. ed. rev. atual. e ampl. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007. 400p

NOVAES, Antônio G. N. e ALVARENGA, A. C. **Logística aplicada: suprimento e distribuição**. São Paulo: Pioneira, 1994. 267p.

PANFILOVA, Elena. et al. The Impact of Cost Allocation on Key Decisions of Supply Chain Participants. **International Journal Of Supply Chain Management**. Online, p. 552-558. 1 fev. 2020. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/322571592.pdf>. Acesso em: 08 jul. 2023.

REDONDO, Guilherme. **Estudo sobre a localização de aterros sanitários e estações de transbordo de resíduos sólidos urbanos na microrregião de campo mourão, paraná**. 2017. 42 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2017. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/7007/2/aterrossanitarioscampomourao.pdf>. Acesso em: 08 ago. 2023.

SANTOS JÚNIOR, Robério Satyro dos; SOUZA, Roberto Rodrigues de. Panorama dos impactos causados pelo descarte inadequado dos resíduos sólidos na biodiversidade. **Journal Of Environmental Analysis And Progress**. Recife, p. 62-69. 05 maio 2023. Disponível em: <https://journals.ufrpe.br/index.php/JEAP/article/view/5284/482484908>. Acesso em: 31 ago. 2023.

Secretaria de Estado da Fazenda divulga calendário de IPVA para 2023. **Estado SC**, Santa Catarina, 5 de jan. de 2023. Disponível em: <https://estado.sc.gov.br/noticias/secretaria-de-estado-da-fazenda-divulga-calendario-de-ipva-para-2023/>. Acesso em: 10 de out. de 2023

SHEFFI, Yossi. **The Power of Resilience: How the Best Companies Manage the Unexpected**. Reprint edition. ed. Cambridge: MIT Press, 2017. 484 p.

SINTRASEM. Acordo Coletivo de trabalho da COMCAP. Disponível em: <http://sintrasem.org.br/files/1098/Acordo%20Coletivo%20Comcap%202023%20--%20Com%20anexos.pdf>. Acesso em: 12 de set. de 2023

SOUZA, Virginia Parise de. **Estudo de localização do centro de distribuição para melhor desempenho da cadeia logística**. 2021. 15 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2021. Disponível em: [https://lalt.fecfau.unicamp.br/wp-content/uploads/2021/09/tcc\\_virginia.pdf](https://lalt.fecfau.unicamp.br/wp-content/uploads/2021/09/tcc_virginia.pdf). Acesso em: 12 out. 2023.

TACHIBANA, Erica Marie. **Gerenciamento dos resíduos sólidos e mudanças climáticas: estudo de caso do município de são bernardo do campo/sp**. 2019. 78 f. Monografia (Especialização) - Curso de Conformidade Ambiental Com Requisitos Técnicos e Legais, Escola Superior da Cetesb, São Paulo, 2019. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/ar/wp-content/uploads/sites/30/2020/11/Erica-Marie-Tachibana-TCC-T2.pdf>. Acesso em: 18 nov. 2023.

TANG, Christopher. **Robust strategies for mitigating supply chain disruptions**. *International Journal of Logistics: Research and Applications*, v. 6, n. 2, p. 79-94, 2003.

TEIXEIRA, Vitória de Oliveira Pinto. **Análise de custos do transporte rodoviário de cargas : o caso de uma transportadora do interior de Minas Gerais**. 2016. 52 f. Monografia (Doutorado/Graduação) - Curso de Engenharia de Produção, Instituto de Ciências Exatas e Aplicadas, Universidade Federal de Ouro Preto, João Molevade, 2016. Disponível em: <https://www.monografias.ufop.br/handle/35400000/232>. Acesso em: 12 dez. 2023.

VALENTE, Amir Mattar; NOVAES, Antonio Galvão; PASSAGLIA, Eunice; VIEIRA, Heitor. **Gerenciamento de transporte e frotas**. 3. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2017. 386 p.

VIEIRA, Darli Rodrigues; MARTEL, Alain. **Análise e projetos de redes logísticas**. 2. ed. [S.]: Saraiva Uni - Sob Demanda, 2012. 248 p.

## 7 APÊNDICE A – SALÁRIOS MOTORISTAS DA COMCAP

Tabela 24: Salários dos motoristas da COMCAP

<b>MATRÍCULA</b>	<b>MÉDIA SALARIAL</b>
1112542	R\$ 6.412,48
1112543	R\$ 8.246,16
1112544	R\$ 12.213,40
1112545	R\$ 5.765,99
1112546	R\$ 7.923,34
1112547	R\$ 5.820,55
1112548	R\$ 7.632,01
1112549	R\$ 8.073,75
1112550	R\$ 682,01
1112551	R\$ 5.473,23
1112552	R\$ 5.241,16
1112553	R\$ 5.553,10
1112554	R\$ 5.853,59
1112555	R\$ 6.496,07
1112556	R\$ 7.100,10
1112557	R\$ 7.645,73
1112558	R\$ 5.971,88
1112559	R\$ 11.515,55
1112560	R\$ 29.513,70
1112561	R\$ 5.405,84
1112562	R\$ 4.869,75
1112563	R\$ 5.724,58
1112564	R\$ 12.618,80
1112565	R\$ 4.680,31
1112566	R\$ 3.417,13
1112567	R\$ 10.422,72
1112568	R\$ 5.639,64
1112569	R\$ 5.090,73
1112570	R\$ 8.047,14
1112571	R\$ 7.891,60
1112572	R\$ 10.407,22
1112573	R\$ 7.144,62
1112574	R\$ 6.861,01
1112575	R\$ 12.242,74
1112576	R\$ 5.834,56
1112577	R\$ 15.670,11
1112578	R\$ 1.859,37
1112579	R\$ 9.593,20
1112580	R\$ 7.431,06
1112581	R\$ 7.422,92

1112582	R\$ 5.173,96
1112583	R\$ 8.295,26
1112584	R\$ 14.318,26
1112585	R\$ 5.969,67
1112586	R\$ 2.859,12
1112587	R\$ 6.640,55
1112588	R\$ 5.172,45
1112589	R\$ 7.352,59
1112590	R\$ 6.575,15
1112591	R\$ 1.222,14
1112592	R\$ 7.386,37
1112593	R\$ 11.053,39
1112594	R\$ 6.839,18
1112595	R\$ 5.660,20
1112596	R\$ 4.474,91
1112597	R\$ 2.192,35
1112598	R\$ 4.373,61
1112599	R\$ 4.715,13
1112600	R\$ 5.129,93
1112601	R\$ 5.396,03
1112602	R\$ 4.099,35
1112603	R\$ 8.001,92
1112604	R\$ 14.031,16
1112605	R\$ 5.899,86
1112606	R\$ 5.219,10
1112607	R\$ 10.422,72
1112608	R\$ 2.550,34
1112609	R\$ 4.168,24
1112610	R\$ 7.806,96
1112611	R\$ 2.138,18
1112612	R\$ 4.330,19
1112613	R\$ 5.072,91
1112614	R\$ 1.132,25
1112615	R\$ 417,94
1112616	R\$ 2.030,39
1112617	R\$ 2.181,88
1112618	R\$ 1.618,25
<b>MÉDIA</b>	R\$ 6.666,63

Fonte: elaborado pela autora

## 8 APÊNDICE B – MÉDIA SEMANAL DE USO DAS FROTAS PARA ATENDER A REGIÃO NORTE

Tabela 25 - Media de uso semanal da frota para atender a região norte

<b>Nº FROTA</b>	<b>SOMA DE TOTAL DE HORAS</b>	<b>MÉDIA SEMANAL</b>
237	50:49:00	0:58:38
240	455:31:00	8:45:36
241	483:56:00	9:18:23
245	76:43:00	1:28:31
247	215:18:00	4:08:25
248	240:00:00	4:36:55
249	54:39:00	1:03:03
250	269:07:00	5:10:31
251	233:37:00	4:29:33
253	7:19:00	0:08:27
254	170:41:00	3:16:57
255	170:43:00	3:16:59
256	80:43:00	1:33:08
257	75:49:00	1:27:29
258	45:13:00	0:52:10
259	120:30:00	2:19:02
260	55:36:00	1:04:09
261	16:50:00	0:19:25
262	714:15:00	13:44:08
263	893:58:00	17:11:30
264	183:31:00	3:31:45
265	520:58:00	10:01:07
266	416:03:00	8:00:03
267	509:40:00	9:48:05
268	376:45:00	7:14:43
269	112:34:00	2:09:53
270	813:08:00	15:38:14
271	16:37:00	0:19:10
272	202:28:00	3:53:37
273	30:27:00	0:35:08
274	34:13:00	0:39:29
275	492:52:00	9:28:42
276	684:07:00	13:09:22
277	417:29:00	8:01:43
278	492:03:00	9:27:45
279	172:42:00	3:19:16
280	672:00:00	12:55:23
281	940:38:00	18:05:21

<b>282</b>	391:15:00	7:31:27
<b>283</b>	669:36:00	12:52:37
<b>284</b>	319:07:00	6:08:13
<b>285</b>	510:41:00	9:49:15
<b>286</b>	370:25:00	7:07:24
<b>287</b>	416:03:00	8:00:03
<b>288</b>	212:48:00	4:05:32
<b>289</b>	254:10:00	4:53:16
<b>290</b>	908:09:00	17:27:52
<b>291</b>	681:35:00	13:06:27
<b>292</b>	356:47:00	6:51:40
<b>348</b>	1:19:00	0:01:31
<b>MÉDIA GERAL</b>		6:23:20

Fonte: elaborado pela autora