

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
GOIÁS  
DEPARTAMENTO DE ÁREAS ACADÊMICAS III  
CURSO DE ENGENHARIA DE TRANSPORTES

**ANÁLISE COMPARATIVA DOS CUSTOS  
OPERACIONAIS / PLANILHA DE FRETE DOS  
MODAIS RODOVIÁRIO VERSUS FERROVIÁRIO**

**Felipe Delfino Pereira  
Rogério Flor da Rocha**

GOIÂNIA, 2023



INSTITUTO FEDERAL  
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

### TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

#### Identificação da Produção Técnico-Científica

- |                                                                      |                                                         |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Tese                                        | <input type="checkbox"/> Artigo Científico              |
| <input type="checkbox"/> Dissertação                                 | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização                 | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC - Graduação                  | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ |                                                         |

Nome Completo do Autor: Helipe Helino Pereira

Matrícula: 20181011180120

Título do Trabalho: Análise Comparativa dos Custos Operacionais / planilha de custo dos módulos laboratório versus ferramentário

#### Autorização - Marque uma das opções

- ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
- ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ (Embargo);
- ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- ☐ O documento está sujeito a registro de patente.  
☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.  
☐ Outra justificativa: \_\_\_\_\_

#### DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Goiânia, 11/12/23.  
Local Data

Helipe Helino Pereira  
Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO  
NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

**Identificação da Produção Técnico-Científica**

- |                                                                      |                                                         |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Tese                                        | <input type="checkbox"/> Artigo Científico              |
| <input type="checkbox"/> Dissertação                                 | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização                 | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC - Graduação                  | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ |                                                         |

Nome Completo do Autor: Rogério Flor da Rocha

Matrícula: 20181011180090

Título do Trabalho: ANÁLISE COMPARATIVA DOS CUSTOS OPERACIONAIS / PLANILHA DE FRETE DOS MODAIS RODOVIAÁRIO VERSUS FERROVIÁRIO.

**Autorização - Marque uma das opções**

- ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
- ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ (Embargo);
- ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2** ou **3**, marque a justificativa:

- ☐ O documento está sujeito a registro de patente.  
☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.  
☐ Outra justificativa: \_\_\_\_\_

**DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA**

O/A referido/a autor/a declara que:

- o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Goiânia \_\_\_\_\_ 11/12/23  
Local Data

Rogério Flor da Rocha

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Felipe Delfino Pereira  
Rogério Flor da Rocha

# **ANÁLISE COMPARATIVA DOS CUSTOS OPERACIONAIS / PLANILHA DE FRETE DOS MODAIS RODOVIÁRIO VERSUS FERROVIÁRIO**

Trabalho de Conclusão do Curso Superior de Engenharia de Transportes, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - IFG, para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Transportes

Orientador (a): **Prof. Dr. Denis Biolkino de Sousa Pereira**

GOIÂNIA, 2023

P436a     Pereira, Felipe Delfino.  
              Análise comparativa dos custos operacionais / planilha de frete dos modais rodoviário versus  
              ferroviário / Felipe Delfino Pereira; Rogério Flor da Rocha. – Goiânia: Instituto Federal de  
              Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia, 2023.  
              99 f.: il.

              Orientador: Prof. Dr. Denis Biolkino de Sousa Pereira.

              TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) – Bacharelado em Engenharia de Transportes,  
              Departamento de Áreas Acadêmicas III, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de  
              Goiás, Câmpus Goiânia.

              1. Transporte rodoviário – custo operacional. 2. Transporte ferroviário – custo operacional. 3.  
              Transporte de carga – custo operacional. I. Rocha, Rogério Flor da. II. Pereira, Denis Biolkino  
              de Sousa (orientador). III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás,  
              Câmpus Goiânia. IV. Título.

CDD 388.32

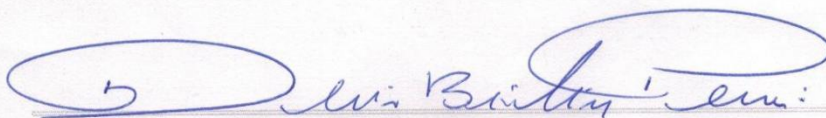
Ficha catalográfica elaborada pelo Bibliotecário Alisson de Sousa Belthodo Santos CRB1/ 2.266  
Biblioteca Professor Jorge Félix de Souza,  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Câmpus Goiânia.

Felipe Delfino Pereira

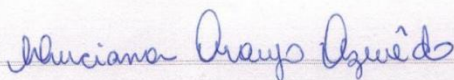
Rogério Flor da Rocha

**ANÁLISE COMPARATIVA DOS CUSTOS OPERACIONAIS / PLANILHA DE  
FRETE DOS MODAIS RODOVIÁRIO VERSUS FERROVIÁRIO**

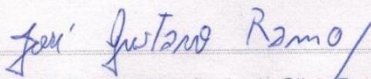
TCC defendido e aprovado pela banca constituída pelos senhores:



Prof. Dr. Denis Biolmino de Sousa Pereira (Orientador-IFG/GO)



Prof. Dra. Luciana Araujo Azevedo (Examinadora-IFG/GO)



Prof. Dr. José Gustavo Venâncio da Silva Ramos (Examinador-IFG/GO)

GOIÂNIA, 2023

## **DEDICATÓRIA**

Agradecemos a Deus por nos guiar nesta jornada acadêmica. Aos nossos pais, pelo amor incondicional e apoio constante. Aos irmãos, pela companhia e incentivo. Aos amigos, por compartilharem risos e desafios. E aos companheiros de faculdade, pela colaboração e amizade que tornaram essa caminhada inesquecível. Juntos celebramos essa conquista que é fruto do esforço de cada um e das bênçãos que recebemos. Que este seja apenas o começo de muitas realizações. A todos que estiveram ao nosso lado, nosso eterno agradecimento.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, queremos expressar nossa profunda gratidão a Deus, fonte de toda sabedoria e guia constante em nossa jornada acadêmica. Sua graça e orientação foram fundamentais em cada etapa deste trabalho, iluminando nosso caminho e fortalecendo nosso espírito.

Ao professor e orientador Denis Biolkino de Sousa Pereira, nosso mais sincero agradecimento pela dedicação, personalidade e conhecimento compartilhado ao longo deste processo. Suas orientações foram cruciais para o desenvolvimento deste trabalho, moldando não apenas nossa pesquisa, mas também nosso crescimento como estudantes e pesquisadores.

A professora Luciana Araújo Azevedo e ao professor José Gustavo Venâncio da Silva Ramos, membros da banca de qualificação e da banca examinadora de defesa, agradeço pela disposição em avaliar este trabalho e pelos seus preciosos comentários e sugestões. Seus conhecimentos e contribuições enriqueceram significativamente a qualidade desta pesquisa.

A todos os professores que, de alguma forma, compartilharam conhecimento e experiência ao longo dessa jornada, nosso reconhecimento sincero. Cada um de vocês tem um papel crucial no nosso aprendizado e crescimento acadêmico.

As empresas que disponibilizaram os dados para que fosse possível alcançar nossos objetivos, e se dispuseram ao longo do estudo sanar nossas dúvidas.

Eu, Rogério, agradeço a Deus, a minha esposa Deusa de Marcia da Costa Ramos e meu filho Vinícius Ramos Rocha.

Eu, Felipe, agradeço a Deus, a minha mãe Marilú Delfino Marques, ao meu pai Edson Pereira Pinto, a minha vó Maria das Graças Delfino de Sousa por todo o apoio durante todo esse tempo. Aos meus amigos que de alguma forma me incentivaram e apoiaram.

## RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo realizar uma análise abrangente dos custos operacionais e planilhas de frete em duas rotas operadas por uma empresa de transporte rodoviário e outra de transporte ferroviário para o transporte de trigo. Fez-se um estudo detalhado dos dados referentes aos custos fixos e variáveis, bem como os aspectos administrativos relacionados a cada modal de transporte, e seus respectivos fretes e lucros obtidos. Esses que por meio das metodologias propostas por Lima (2001) e pelo BNDES (2011) foram calculados, bem como os valores dos fretes e lucros obtidos em cada rota: Sete Lagoas/MG para Rio de Janeiro/RJ (rota 1); e, Campinas/SP para Santos/SP (rota 2), para o transporte rodoviário e ferroviário respectivamente. A partir desses cálculos obtiveram-se os seguintes resultados: a rota 1 realizada pelo modal rodoviário apresentou um lucro de 50,72%, enquanto que a rota 1 realizada pelo ferroviário obteve um lucro de 10,22% em relação aos custos operacionais. E a rota 2 do modal rodoviário apresentou um lucro de 52,58%, enquanto que a mesma rota pelo modal ferroviário obteve um lucro de 45,44% em relação aos custos operacionais. Os resultados revelaram *insights* importantes sobre a interconexão direta entre os custos envolvidos e os lucros obtidos em cada rota por cada modal, constatando a importância de se identificar os custos e lucros das empresas para cada rota, em relação ao atual cenário logístico do país, tornando-se um desafio para as empresas em suprir as deficiências no gerenciamento do transporte de cargas. A hipótese da escolha do modal mais adequado para cada situação no sentido de se obter os melhores resultados em relação a percentagem de lucro sobre os custos operacionais de cada rota foi confirmada.

**Palavras-chave:** Transporte Rodoviário; Transporte Ferroviário; Custos Fixos e Variáveis; Lucro

## LISTA DE FIGURAS

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| Figura 2.1 - Comparação da Matriz de Transportes.....        | 20 |
| Figura 2.2 - Transporte de Grão.....                         | 22 |
| Figura 2.3 - Elementos de uma Ferrovia.....                  | 27 |
| Figura 2.4 - Vagão Fechado .....                             | 29 |
| Figura 2.5 - Vagão-gaiola .....                              | 30 |
| Figura 2.6 - Vagão Gôndola.....                              | 30 |
| Figura 2.7 - Vagão Plataforma.....                           | 31 |
| Figura 2.8 - Vagão Hopper.....                               | 32 |
| Figura 2.9 - Vagão Tanque.....                               | 32 |
| Figura 2.10 - Vagão Isotérmico.....                          | 33 |
| Figura 2.11 - Vagão Caboosse.....                            | 34 |
| Figura 2.12 - Vagão Double Stack.....                        | 34 |
| Figura 2.13 - Subsistema Ferroviário Federal.....            | 36 |
| Figura 4.1 - Rodotrem Graneleiro.....                        | 54 |
| Figura 4.2 - Rota 1: Sete Lagoas/MG x Rio de Janeiro/RJ..... | 55 |
| Figura 4.3 - Rota 2: Campinas/SP x Santos/SP.....            | 55 |
| Figura 4.4 - Transporte Ferroviário de Grãos.....            | 64 |
| Figura 4.5 - Rota 1: Sete Lagoas/MG x Rio de Janeiro/RJ..... | 65 |
| Figura 4.6 - Rota 2: Campinas/SP x Santos/SP.....            | 65 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                      |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabela 1.1 - Transporte de Cargas no Brasil.....                                     | 15 |
| Tabela 2.1 - Investimento Público Total em Infraestrutura de Transportes.....        | 19 |
| Tabela 2.2 - Malha por Concessionária - extensão em Km.....                          | 20 |
| Tabela 4.1 - Custos Administrativos.....                                             | 56 |
| Tabela 4.2 - Planilha de Custos: Input dos Dados da Rota 1.....                      | 58 |
| Tabela 4.3 - Planilha de Custos: Output dos Dados da Rota 1.....                     | 59 |
| Tabela 4.4 - Custos e Velocidades da Rota 1.....                                     | 60 |
| Tabela 4.5 - Custeio da Rota 1.....                                                  | 60 |
| Tabela 4.6 - Planilha de Custos: Input dos Dados da Rota 2.....                      | 61 |
| Tabela 4.7 - Planilha de Custos: Output dos Dados da Rota 2.....                     | 62 |
| Tabela 4.8 - Custos e Velocidades da Rota 2.....                                     | 62 |
| Tabela 4.9 - Custeio da Rota 2.....                                                  | 63 |
| Tabela 4.10 - Resultados dos Valores de Cada Rota.....                               | 63 |
| Tabela 4.11 - Custo de Equipagem Rota 1.....                                         | 67 |
| Tabela 4.12 - Custo de Equipagem Rota 2.....                                         | 68 |
| Tabela 4.13 - Custos Seguro de Locomotivas Rota 1.....                               | 68 |
| Tabela 4.14 - Custos Seguro de Locomotivas Rota 2.....                               | 69 |
| Tabela 4.15 - Custos Seguro de Vagões Rota 1.....                                    | 69 |
| Tabela 4.16 - Custos Seguro de Vagões Rota 2.....                                    | 70 |
| Tabela 4.17 - Material e Serviços Rota 1.....                                        | 70 |
| Tabela 4.18 - Material e Serviços Rota 2.....                                        | 71 |
| Tabela 4.19 - Custos de Operações de Pátios, CCO e Postos de Abastecimento Rota..... | 72 |
| Tabela 4.20 - Custos de Operações de Pátios, CCO e Postos de Abastecimento Rota..... | 74 |
| Tabela 4.21 - Custos e Despesas Gerais Rota 1.....                                   | 75 |
| Tabela 4.22 - Custos e Despesas Gerais Rota 2.....                                   | 75 |
| Tabela 4.23 - Custos Pessoal Administrativo Rota 1.....                              | 76 |
| Tabela 4.24 - Custos Pessoal Administrativo Rota 2.....                              | 76 |
| Tabela 4.25 - Custo Pessoal Comercial Rota 1.....                                    | 77 |
| Tabela 4.26 - Custo Pessoal Comercial Rota 2.....                                    | 77 |
| Tabela 4.27 - Custos Combustível Rota 1.....                                         | 78 |
| Tabela 4.28 - Custos Combustível Rota 2.....                                         | 78 |
| Tabela 4.29 - Custos Lubrificantes Rota 1.....                                       | 79 |
| Tabela 4.30 - Custos Lubrificantes Rota 2.....                                       | 79 |
| Tabela 4.31 - Custos Manutenção de Locomotivas Rota 1.....                           | 80 |
| Tabela 4.32 - Custos Manutenção de Locomotivas Rota 2.....                           | 81 |
| Tabela 4.33 - Custos Manutenção de Vagões Rota 1.....                                | 82 |
| Tabela 4.34 - Custos Manutenção de Vagões Rota 2.....                                | 82 |
| Tabela 4.35 - Custos de Manutenção da Via Rota 1.....                                | 83 |
| Tabela 4.36 - Custos de Manutenção da Via Rota 2.....                                | 84 |
| Tabela 4.37 - Custos Finais Rota 1.....                                              | 85 |
| Tabela 4.38 - Cálculo do Custeio da Rota 1.....                                      | 86 |
| Tabela 4.39 - Custos Finais Rota 2.....                                              | 86 |
| Tabela 4.40 - Cálculo do Custeio da Rota 2.....                                      | 87 |
| Tabela 4.41 - Resultados Finais dos Custos e Fretes das Rotas 1 e 2.....             | 88 |
| Tabela 4.42 - Rota 1 para 1.800 Toneladas.....                                       | 88 |
| Tabela 4.43 - Rota 2 para 3.402 Toneladas.....                                       | 89 |
| Tabela 4.44 - Compilado dos Resultados de Custos e Fretes das Rotas 1 e 2.....       | 89 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|         |                                                        |
|---------|--------------------------------------------------------|
| AET     | Autorização Especial de Trânsito                       |
| ANTF    | Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários   |
| ANTT    | Agência Nacional de Transportes Terrestres             |
| BNDES   | Banco Nacional do Desenvolvimento                      |
| CCO     | Centro de Controle Operacional                         |
| CLM     | <i>Council of Logistics Management</i>                 |
| CNPJ    | Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica                   |
| CNT     | Confederação Nacional do Transporte                    |
| CONTRAN | Conselho Nacional de Trânsito                          |
| CTC     | Cooperativa de Transporte Rodoviário de Cargas         |
| DNIT    | Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes |
| ETC     | Empresa de Transporte Rodoviário de Cargas             |
| FCA     | Estrada de Ferro Centro-Atlântica                      |
| FEP     | Fundo de Estruturação de Projetos                      |
| FTL     | Ferrovias Transnordestina Logística                    |
| IBGE    | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística        |
| IMA     | Instituto dos Contadores Gerenciais                    |
| IPVA    | Imposto Sobre a Propriedade de Veículos Automotores    |
| MINFRA  | Ministério da Infraestrutura                           |
| MT      | Ministério dos Transportes                             |
| PPI     | Programa de Parceria de Investimentos                  |
| RMS     | Rumo Malha Sul                                         |
| RNTRC   | Registro Nacional de Transportadores                   |
| SCM     | Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos                 |
| TAC     | Transportador Autônomo de Cargas                       |
| TKU     | Toneladas-úteis por Quilômetro                         |
| TU      | Toneladas-úteis                                        |

## LISTA DE SÍMBOLOS

|                  |                                                                       |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| %                | Porcentagem                                                           |
| a.a              | Ao ano                                                                |
| $C_{adm}$        | Custo Administrativo                                                  |
| $C_{pneu}$       | Custo com Pneus                                                       |
| $C_{Seg / IPVA}$ | Custo com Seguro/ Imposto Sobre a Propriedade de Veículos Automotores |
| $C_{rota}$       | Custo da Rota                                                         |
| $C_{comb}$       | Custo de Combustível                                                  |
| $C_{dep}$        | Custo de Depreciação                                                  |
| $C_{lubr}$       | Custo de Lubrificante                                                 |
| $C_{óleo}$       | Custo de Óleo                                                         |
| $C_{pessoal}$    | Custo de Pessoal                                                      |
| $C_{r. cap}$     | Custo de Remuneração do Capital                                       |
| $C_{Carr.}$      | Custo do Carregamento                                                 |
| $C_{Descarr.}$   | Custo do Descarregamento                                              |
| h                | Horas                                                                 |
| $m^3$            | Metros cúbicos                                                        |
| nº               | Número                                                                |
| $n_{recap}$      | Número de Recapagens                                                  |
| Q1               | Primeiro Quartil                                                      |
| Q3               | Terceiro Quartil                                                      |
| km               | Quilômetros                                                           |
| R\$              | Reais                                                                 |
| $V_{aquisição}$  | Valor de Aquisição                                                    |
| $V_{residual}$   | Valor Residual                                                        |

## SUMÁRIO

|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO                                    | 13 |
| 1.1 TEMA                                                   | 13 |
| 1.2 PROBLEMA                                               | 14 |
| 1.3 HIPÓTESE                                               | 14 |
| 1.4 OBJETIVOS                                              | 15 |
| 1.4.1 Objetivo Geral                                       | 15 |
| 1.4.2 Objetivos Específicos                                | 15 |
| 1.5 JUSTIFICATIVA                                          | 15 |
| 1.6 METODOLOGIA                                            | 16 |
| CAPÍTULO 2 – TRANSPORTE RODOVIÁRIO E FERROVIÁRIO DE CARGAS | 18 |
| 2.1 MATRIZ DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO E FERROVIÁRIO          | 18 |
| 2.2 TRANSPORTE RODOVIÁRIO                                  | 21 |
| 2.2.1 Transporte de Cargas Via Modal Rodoviário            | 23 |
| 2.2.1.1 Cargas Frigoríficas                                | 23 |
| 2.2.1.2 Cargas a Granel                                    | 24 |
| 2.2.1.3 Cargas Vivas                                       | 24 |
| 2.2.1.4 Cargas Indivisíveis e Excepcionais de Grande Porte | 24 |
| 2.2.1.5 Cargas Secas                                       | 25 |
| 2.2.1.6 Cargas Perigosas                                   | 25 |
| 2.2.1.7 Cargas Containerizadas                             | 25 |
| 2.2.1.8 Cargas Frágeis                                     | 25 |
| 2.2.1.9 Cargas de Veículos Automotivos                     | 26 |
| 2.2.1.10 Cargas Paletizadas                                | 26 |
| 2.3 TRANSPORTE FERROVIÁRIO                                 | 26 |
| 2.3.1 Transporte de Cargas Via Modal Ferroviário           | 28 |
| 2.3.1.1 Vagões Fechados                                    | 29 |
| 2.3.1.2 Vagões-Gaiola                                      | 29 |
| 2.3.1.3 Vagões-Gôndola                                     | 30 |
| 2.3.1.4 Vagões-Plataforma                                  | 30 |
| 2.3.1.5 Vagões Hopper                                      | 31 |
| 2.3.1.6 Vagões-Tanque                                      | 32 |
| 2.3.1.7 Vagões Isotérmicos                                 | 33 |
| 2.3.1.8 Vagões Cabooses                                    | 33 |
| 2.3.1.9 Vagões Especiais                                   | 34 |
| 2.4 O SISTEMA FERROVIÁRIO FEDERAL                          | 35 |
| 2.5 O PAPEL DO TRANSPORTE DE CARGAS NA LOGÍSTICA           | 37 |
| CAPÍTULO 3 – MÉTODO                                        | 40 |
| 3.1 CÁLCULO DOS CUSTOS OPERACIONAIS DO MODAL RODOVIÁRIO    | 40 |

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| 3.1.1 Método, Definição e Classificação dos Itens de Custo           | 40 |
| 3.1.1.1 Definição dos Itens de Custo                                 | 40 |
| 3.1.1.2 Classificação dos Itens de Custo                             | 41 |
| 3.1.1.3 Custos Fixos Associados ao Transporte Rodoviário             | 42 |
| 3.1.1.4 Custos Variáveis Associados ao Transporte Rodoviário         | 42 |
| 3.1.1.5 Cálculo do Custo de Cada Item e Custo da Rota                | 43 |
| 3.1.1.5.1 Cálculo dos Itens de Custo Fixo                            | 43 |
| 3.1.1.5.2 Cálculo dos Itens de Custo Variável                        | 45 |
| 3.1.1.5.3 Cálculo do Custeio das Rotas de Entrega/ Coleta            | 47 |
| 3.2 CÁLCULO DOS CUSTOS OPERACIONAIS DO MODAL FERROVIÁRIO             | 47 |
| 3.2.1 Método, Definição e Classificação dos Itens de Custo           | 48 |
| 3.2.1.1 Definição dos Itens de Custo                                 | 49 |
| 3.2.1.2 Classificação dos Itens de Custo                             | 50 |
| 3.2.1.3 Custos Fixos Associados ao Transporte Ferroviário            | 50 |
| 3.2.1.4 Custos Variáveis Associados ao Transporte Ferroviário        | 51 |
| 3.2.2 Cálculo do Custo Associado ao Transporte Ferroviário           | 51 |
| 3.2.2.1 Tratamento dos Dados                                         | 51 |
| 3.2.3 Fluxos de Transporte Removidos                                 | 52 |
| CAPÍTULO 4 – ESTUDO DE CASO E ANÁLISE DOS RESULTADOS                 | 53 |
| 4.1 A EMPRESA RODOVIÁRIA: HISTÓRICO E DADOS DE CUSTO                 | 53 |
| 4.1.1 Custos Administrativos                                         | 55 |
| 4.1.2 Ficha Técnica: Cavalos Mecânicos e Carretas Semirreboque       | 57 |
| 4.1.3 IPVA e Seguro Obrigatório                                      | 58 |
| 4.1.4 Taxa de Oportunidade                                           | 58 |
| 4.2 CÁLCULOS DA PLANILHA DE CUSTOS DAS ROTAS RODOVIÁRIAS             | 58 |
| 4.2.1 Rota 1: Sete Lagoas/MG x Rio de Janeiro/RJ                     | 58 |
| 4.2.2 Rota 2: Campinas/SP x Santos/SP                                | 61 |
| 4.2.3 Resultados dos Custos e Fretes das Rotas 1 e 2                 | 63 |
| 4.3 A EMPRESA FERROVIÁRIA: HISTÓRICO E DADOS DE CUSTO                | 63 |
| 4.3.1 Ficha Técnica: Locomotivas e Vagões                            | 66 |
| 4.3.2 Produção Anual                                                 | 66 |
| 4.4 CÁLCULOS DA PLANILHA DE CUSTOS DAS ROTAS FERROVIÁRIAS            | 66 |
| 4.4.1 Custos de Equipagens                                           | 67 |
| 4.4.2 Custos Seguro de Locomotivas                                   | 68 |
| 4.4.3 Custos Seguro de Vagões                                        | 69 |
| 4.4.4 Custos Manutenção de Sistemas de Sinalização e Telecomunicação | 70 |
| 4.4.5 Operação de Pátios, CCO e Postos de Abastecimento              | 71 |
| 4.4.6 Custos e Despesas Gerais                                       | 75 |
| 4.4.7 Custos e Despesas Administrativas                              | 76 |

|                                                      |    |
|------------------------------------------------------|----|
| 4.4.8 Custos e Despesas Comerciais                   | 77 |
| 4.4.9 Custos Combustível                             | 77 |
| 4.4.10 Custos Lubrificantes                          | 78 |
| 4.4.11 Custo Manutenção de Locomotivas               | 79 |
| 4.4.12 Custos Manutenção de Vagões                   | 81 |
| 4.4.13 Custos Manutenção de Via Permanente           | 83 |
| 4.5 CUSTOS FINAIS                                    | 84 |
| 4.5.1 Resultados dos Custos e Fretes das Rotas 1 e 2 | 88 |
| 4.6 RESULTADOS DE CUSTOS E FRETES DAS ROTAS 1 E 2    | 89 |
| 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS                               | 90 |
| 5.1 CONCLUSÕES DO TRABALHO                           | 90 |
| REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO                            | 93 |

## CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

De acordo com Novaes (2015), a logística teve origem durante as operações militares, ao avançar tropas os generais precisavam também realizar o deslocamento de munições, víveres, equipamentos e socorro médico para o campo de batalha.

A logística empresarial é definida pelo *Council of Logistics Management (CLM)*, como:

*“Logística é o processo de planejamento, implantação e controle do fluxo eficiente e eficaz de mercadorias, serviços e das informações relativas desde o ponto de origem até o ponto de consumo com o propósito de atender às exigências dos clientes”.*

A logística de mercadorias afeta diretamente os valores de venda dos produtos. De acordo com Ballou (2001, p.119) “o transporte é um dos principais elementos que influenciam as composições dos custos logísticos e ainda a movimentação de fretes que absorve entre um a dois terços do total dos custos logísticos”. De acordo com o Instituto dos Contadores Gerenciais – IMA (1992): “Os Custos Logísticos são os custos de planejar, implementar e controlar todo o inventário de entrada (*inbound*), em processo e de saída (*outbound*), desde o ponto de origem até o ponto de consumo.”

Para se garantir o maior lucro possível é necessário realizar uma boa gestão, planejando-se uma logística de qualidade para sair à frente no mercado competitivo. Daí a importância para as empresas de transporte de carga realizarem estudos para controlar os custos operacionais de suas frotas a fim de alcançar o lucro desejado. Sabe-se que muitas variáveis influenciam no processo do cálculo do custo total do transporte para diferentes rotas e mercadorias de acordo com o modal de transporte utilizado. Entre as diferentes variáveis destacam-se: veículo, capacidade, consumo, tempo, tipos de carga, manutenção, quilometragem, operação, frete e outros que serão calculados a diante.

### 1.1 TEMA

O tema aborda o aspecto econômico comparando os custos operacionais do transporte de cargas pelo modal rodoviário e pelo modal ferroviário, que são executados por prestam

serviços utilizando veículos próprios. Essas empresas são remuneradas de acordo com a planilha de fretes em relação à carga transportada para se obter lucro, tendo como título: “Análise comparativa dos custos operacionais e planilha de frete dos modais rodoviário versus ferroviário”.

O transporte rodoviário é o principal meio de transporte utilizado no Brasil por possibilitar maior facilidade no escoamento de mercadorias através de sua extensa malha distribuída pelo país, superando os demais modais, como o ferroviário que é o segundo mais utilizado no Brasil e possui também a segunda maior malha dentro da matriz de transportes brasileira para o escoamento de mercadorias.

Mas em termos econômicos cada modal apresenta suas próprias peculiaridades, com diferentes variáveis que influenciam no processo do cálculo do custo total e em consequência seus respectivos lucros.

## **1.2 PROBLEMA**

Os custos operacionais impactam de maneira significativa os lucros de uma empresa. Para composição do frete se faz necessário levar em consideração outras variáveis ligadas ao transporte de cargas, como também alternativas disponíveis para o transporte do mesmo. Uma dessas alternativas é conhecer os custos fixos e variáveis envolvidos nos deslocamentos dessas cargas a fim de analisar o modal que trará maior lucro para o processo logístico.

De acordo com esses fatores, é realizado o seguinte questionamento: Qual a relação dos custos operacionais com a margem de lucro para os modais rodoviário e ferroviário de uma empresa do transporte de cargas?

## **1.3 HIPÓTESE**

Por meio da análise das variáveis que compõem a planilha de custos fixos e variáveis para os modais rodoviário e ferroviário é possível estabelecer o modal mais adequado para cada uma das rotas pesquisadas para o transporte de trigo, por meio dos valores dos custos operacionais relacionando os mesmos com os valores dos seus fretes, para se obter suas respectivas margens de lucro para cada um dos dois modais analisados.

## 1.4 OBJETIVOS

### 1.4.1 Objetivo Geral

Comparar os respectivos custos operacionais, fretes e lucros para o transporte de carga em duas rotas distintas, por meio dos modais rodoviário e ferroviário.

### 1.4.2 Objetivos Específicos

- Realizar o levantamento e calcular os itens de custos fixos e variáveis para o modal rodoviário e ferroviário nas rotas.
- Calcular o valor dos gastos e o lucro obtido pela empresas para cada modal de acordo com os custos operacionais.
- Citar as vantagens econômicas provenientes do percentual comparativo entre o custo total versus o frete para a operação de cada um dos modais analisados.

## 1.5 JUSTIFICATIVA

De acordo com o artigo Transporte em Números (CNT, 2019), o modal rodoviário é o mais utilizado no Brasil para o transporte de cargas com 61,1% do total de mercadoria escoada pelo país, seguido pelo transporte ferroviário com 20,7% do total transportado, e demais modais como mostra a tabela 1.1, a seguir.

Tabela 1.1 - Transporte de Cargas no Brasil.

| Modal      | Participação (%) |
|------------|------------------|
| Rodoviário | 61,1             |
| Ferrovário | 20,7             |
| Aquaviário | 13,6             |
| Dutoviário | 4,2              |

|              |            |
|--------------|------------|
| Aéreo        | 0,4        |
| <b>Total</b> | <b>100</b> |

Fonte: Adaptada de CNT (2021)

De acordo com dados da CNT (2020) em 2019 haviam 945 mil transportadores cadastrados no Registro Nacional de Transportadores Rodoviários (RNTRC). Comparando-se com dados obtidos por meio de uma pesquisa realizada pela Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT, 2011) que apontava cerca de 490 mil transportadores de cargas, nota-se que a quantidade de empresas quase dobrou em 9 anos.

Por meio de uma análise do transporte de cargas no Brasil realizada por Neves (2005), mostra-se que a quantidade de empresas no setor de transportes aumentou a competição pelo espaço no mercado entre as empresas no transporte de cargas. Ou seja, realizar um estudo e uma análise a respeito das variáveis que compõem o valor do frete em uma rota é necessário, uma vez que realizando uma análise dos custos operacionais pode-se relacioná-los com o valor do frete para cada um dos modais. Permitindo uma escolha do modal mais vantajoso para aquela mercadoria e para aquela rota.

## 1.6 METODOLOGIA

O projeto foi elaborado através do estudo de caso promovendo uma análise quantitativa de duas empresa do transporte de cargas, para isso, será identificado os valores de custos e frete em uma rota tanto para o transporte rodoviário quanto para o ferroviário, e a partir desses valores, analisar o modal mais lucrativo e concluir se as empresas tiveram lucro em cada uma das rotas.

O método de abordagem adotado na pesquisa para definir o custo, é hipotético descritivo, de acordo com a metodologia do LIMA (2001) para o transporte rodoviário e com a metodologia adotada pela ANTT (2022) para o transporte ferroviário.

Com o objetivo de alcançar os objetivos propostos a pesquisa será dividida nas seguintes etapas:

- Etapa 1 – Revisão bibliográfica: realizar pesquisas em artigos, dissertações, manuais, revistas, livros e em sites oficiais de órgãos públicos relacionados ao transporte de cargas, rodovias, ferrovias, veículos de carga e frete;

- Etapa 2 – Estudo de Caso: dividido nos seguintes processos:

2.1 Coletar dados: Inclui informações sobre a empresa (custos administrativos, salário dentre outros), dados dos veículos (consumo, número de pneus etc.), e dados do mercado (valor de aquisição dos veículos, preço do óleo e demais itens);

2.2 Identificação e Classificação dos custos fixos e variáveis: será feito uma análise, de acordo com WESSELS (2002) e dos estudos de LIMA (2001), de quais custos se permanecem fixos ao longo da viagem (R\$/mês), e quais variam de acordo com a quilometragem percorrida (R\$/km) para cada um dos modais;

2.3 Calcular o custo total: Como o custo fixo está agrupado por mês, ele será transformado para um custo por hora (R\$/h), a fim de calcular o custo fixo da rota pelo tempo de viagem, e posteriormente somado ao produto do custo variável e da quilometragem percorrida para cada um dos modais;

2.4 Calcular o custeio da rota analisada para os diferentes modais: Aplicar o custo total para a rota analisada no estudo de caso;

- Etapa 3 – Análise dos resultados: A partir do valor do frete praticado pela empresa e com os dados da rota, pode-se analisar se a rota está gerando prejuízo ou lucro para empresa em cada um dos modais.

- Etapa 4 – Conclusão: Considerações finais dos resultados encontrados e da pesquisa.

A seguir, no próximo capítulo será tratado o referencial teórico que será utilizado para o estudo, iniciando pela abordagem do transporte rodoviário e ferroviário de cargas, suas matrizes e o papel do transporte de cargas na logística, com os atuais cenários do transporte de cargas no Brasil.

## CAPÍTULO 2 – TRANSPORTE RODOVIÁRIO E FERROVIÁRIO DE CARGAS

### 2.1 MATRIZ DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO E FERROVIÁRIO

A infraestrutura da matriz de transportes de um país afeta diretamente a competitividade em relação aos custos, estando diretamente ligada ao desenvolvimento e crescimento econômico de um país, como afirmam Serrano e Konishi (2015, p.01). A movimentação de cargas e pessoas possibilita a integração entre as regiões nacionais e internacionais, atendendo o comércio interno e externo, respectivamente. No Brasil a matriz de transportes é formada em sua maioria pela malha rodoviária que compõe 67,6% da malha total, seguida pela malha ferroviária com 21,5% e pelas demais com 10,6% de extensão em todo o país.

Segundo o CNT (2022), a malha rodoviária no Brasil apresenta uma extensão total de 1.720.909 km dos quais apenas 12,4% (213.500 km) são pavimentados. E desse total, 66% das rodovias apresentaram algum tipo de problema no seu estado geral. Dos trechos avaliados 55,5% possuem problemas no pavimento, 60,7% possuem deficiência na sinalização e 60,4% possuem falhas na geometria.

Para resolver tais problemas é necessário realizar investimentos na infraestrutura para a melhoria das condições das vias a fim de promover uma qualidade melhor e reduzir os custos de transporte, como afirma Bragança *et al.* (2022):

Investimentos em infraestrutura de transportes são considerados fundamentais para promover desenvolvimento econômico. Esses investimentos têm potencial de reduzir custos de transporte tanto domésticos quanto internacionais e, conseqüentemente, gerar ganhos de bem-estar associados a redução de preços, maior mobilidade de trabalhadores e maior competitividade das firmas (Limão & Venables 2001, Atkin & Donaldson 2015, Costinot & Donaldson 2016). apud (Bragança *et al.*, 2022, p1).

Contudo o investimento em infraestrutura de transportes no Brasil vêm diminuindo nos últimos anos, pode-se observar analisando os dados na tabela 2 que no ano de 2022 foram investidos apenas R\$ 8.970,41 bilhões pelo Governo Federal, uma redução de 42,68% em relação ao ano de 2010, quando foram investidos R\$ 15.619,75 bilhões, como mostra a Tabela 2.1.

Tabela 2.1 - Investimento Público Total em Infraestrutura de Transportes

| <b>Investimento Público Total em Infraestrutura de Transporte nos Anos de 2010 e 2022 - Total Pago (R\$ bilhões correntes)</b> |                                        |                  |                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------|-----------------|
|                                                                                                                                |                                        | <b>2010</b>      | <b>2022</b>     |
| Investimento Realizado                                                                                                         | Rodoviário                             | 10.265,35        | 6.434,71        |
|                                                                                                                                | Ferroviário                            | 2.549,54         | 334,47          |
|                                                                                                                                | Aquaviário (União + Cia Docas)         | 1.285,36         | 197,18          |
|                                                                                                                                | Aéreos (União + Infraero)              | 1.519,50         | 2.004,05        |
|                                                                                                                                | <b>Investimento Total (Total Pago)</b> | <b>15.619,75</b> | <b>8.970,41</b> |

Fonte: Adaptada de CNT (2023)

Para solucionar o problema de investimentos, o Governo Federal optou como alternativa a concessão de rodovias à iniciativa privada como solução para suprir as necessidades de infraestrutura do País.

Segundo a ANTT (2023), a concessão de rodovias promove o investimento e a manutenção necessária em trechos rodoviários estratégicos para o desenvolvimento da infraestrutura do país.

A ANTT atualmente administra 24 concessões de rodovias em todo o país, com uma extensão de cerca de 25.028 km. Sendo 11.216 km de extensão que foram concedidos a Concessionárias Federais, 13.774 km concedidos para Concessionárias Estaduais e 38 km para Concessionárias Municipais.

Em relação a malha ferroviária, de acordo com a ANTF, em 2022 o Brasil possui uma malha com uma extensão total de 31.299 km. Do qual, 30.662 km de 13 malhas foram concedidas para administração a 11 concessionárias por meio do Programa de Parceria de Investimentos - PPI, criado através da Lei nº 13.334/2016. Como mostra a tabela 2.2 a seguir as maiores partes da extensão é administrada pelas seguintes concessionárias:

Tabela 2.2 - Malha por Concessionária - extensão em Km

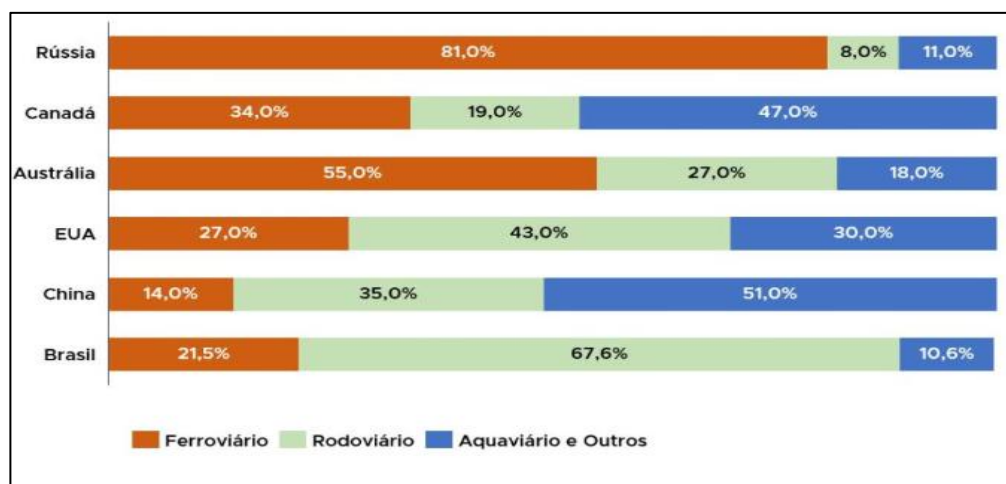
| <b>Malha por Concessionária - extensão em Km</b> |               |
|--------------------------------------------------|---------------|
| Estrada de Ferro Centro-Atlântida - FCA          | 7.890         |
| Rumo Malha Sul - RMS                             | 7.224         |
| Ferrovias Transnordestina Logística - FTL        | 4.296         |
| Outras                                           | 11.252        |
| <b>Total</b>                                     | <b>30.662</b> |

Fonte: Adaptada de CNT (2023)

Desde que as concessionárias assumiram suas malhas e até Dezembro de 2022, de acordo com a CNT (2023) mais de R\$ 92 bilhões (valores correntes), foram investidos para a recuperação e melhoria da malha ferroviária. Assim, como compra e reforma de material rodante, capacitação profissional e qualificação das operações.

Essas medidas ampliaram a participação das ferrovias na matriz de transporte de cargas no Brasil, que de acordo com a CNT (2021), como dito anteriormente corresponde a 21,5% na matriz de transportes brasileira. Um índice muito baixo quando comparado a países como Rússia e Austrália, onde o transporte ferroviário é predominante em relação aos demais, como mostra a figura 2.1, a seguir:

Figura 2.1 - Comparação da Matriz de Transportes



Fonte: Adaptada de ANTF (2023)

De acordo com a ANTF (2022), no ano de 2021, mais de 93% do minério de ferro que foi exportado chegou aos portos brasileiros por meio de trilhos. O transporte ferroviário foi responsável por transportar mais de 49% dos grãos sólidos agrícolas exportados, entre eles transportou quase 53% de todo o açúcar exportado, 58% do milho, e no complexo de soja e farelo, as ferrovias atuaram com mais de 46% de todo o volume exportado.

## **2.2 TRANSPORTE RODOVIÁRIO**

Segundo o IBGE (2022) o Brasil possui uma frota total de 115.116.532 veículos registrados, 51% a mais que no ano de 2012, quando havia 76.137.191 veículos registrados. A frota é composta em sua maioria por automóveis (52,52%), motocicletas (22,37%), enquanto que caminhões representam apenas cerca de 3,34% e ônibus 0,6%.

Atualmente, no Brasil o transporte de cargas é realizado em sua maioria através do modal rodoviário. Segundo a Confederação Nacional de Transportes (CNT), cerca de 61,1% da carga transportada em 2022 utilizou a vasta malha rodoviária para movimentar cargas pelo país. Onde foram transportados 77,1 milhões de toneladas de soja, milho e farelo, em veículos como o da figura 4, e 73,4 milhões de metros cúbicos de combustível e derivados fósseis.

O transporte rodoviário é o responsável por movimentar mais da metade das cargas por todo o país, devido a algumas vantagens sobre os demais modais, como a opção em muitos casos, de oferecer um serviço de porta em porta, sem a necessidade de utilizar um segundo modal e por oferecer uma rede de serviços com uma grande cobertura que abrange boa parte do espaço geográfico do país. Porém, apresenta uma capacidade inferior de carga quando comparado ao modal ferroviário, aquaviário e aéreo. Sendo assim, o transporte rodoviário é indicado para cargas pequenas e médias, apresentando uma limitação da variedade de cargas, tendo como maior demanda o transporte de grãos que são transportados como na figura 2.2 abaixo:

Figura 2.2 - Transporte de Grãos



Fonte: ANTT (2023)

De acordo com FLEURY et. al. (2000), devido ao baixo investimento em outros modais, a predominância do modal rodoviário prejudica a competitividade devido ao valor dos custos de uma gama de produtos, como as commodities para exportação. Afirmando ainda que o rodoviário é mais utilizado devido a sua praticidade, para movimentar diferentes tipos de cargas e contam com custos fixos mais baratos devido ao investimento em rodovias com fundos públicos, mesmo com as concessões privadas.

O transporte é realizado por meio de uma frota composta por 3.022.315 caminhões e 849.372 cavalos mecânicos que estão registrados. Para realizar o serviço de transporte de cargas remunerado, é obrigatório realizar a inscrição no Registro Nacional de Transportadores Rodoviários de Cargas (RNTRC) que foi instituído pela Lei nº 11.442, de 5 de Janeiro de 2007.

Essa inscrição deve ser realizada em uma das seguintes categorias:

- Transportador Autônomo de Cargas - TAC
- Empresa de Transporte Rodoviário de Cargas - ETC

- Cooperativa de Transporte Rodoviário de Cargas - CTC

Atualmente, há 306.267 empresas, 572 cooperativas e 950.961 transportadores autônomos registrados na RNTRC. Os requisitos para realizar a inscrição e a manutenção da inscrição no RNTRC, estão na Resolução ANTT nº. 5.982/2022.

Em relação ao transporte de cargas, Novaes (2015) define que os dois tipos mais usados de transporte são a carga fracionada e a lotação completa. No primeiro tipo de transporte, as cargas de diferentes embarcadores dividem o espaço no veículo. Enquanto que no segundo tipo, o veículo é carregado apenas com a carga de um único embarcador, que é a empresa que necessita do transporte para que sua mercadoria seja entregue no seu destino. A forma a ser adotada varia dependendo do tipo de carga a ser transportada e a demanda de transporte de determinada mercadoria, envolvendo um planejamento operacional para os pontos de coleta, entrega e seus respectivos destinos.

### **2.2.1 Transporte de Cargas Via Modal Rodoviário**

Há diferentes tipos de cargas que podem ser transportadas através do modal rodoviário, dependendo de sua disponibilidade e de sua ampla cobertura territorial, utilizando diferentes tipos de veículos, cada carga apresenta suas próprias peculiaridades.

De acordo com a CARGO X (2018) e CARGO BR (2018), os tipos principais de cargas que são transportadas pelas rodovias brasileiras, são as cargas: frigoríficas, a granel, vivas, indivisíveis e excepcionais de grande porte, secas, perigosas, containerizadas, frágeis, de veículos automotivos e paletizadas.

#### **2.2.1.1 Cargas Frigoríficas**

As cargas frigoríficas são aquelas que exigem que o transporte e o condicionamento da mesma sejam realizados em determinada temperatura, composta em sua maioria por produtos alimentícios. Esse tipo de carga é subdividido em duas categorias: perecíveis e congeladas.

As cargas frigoríficas perecíveis, são aquelas que estão expostas ao risco de deterioração com o tempo, como é o caso de frutas e legumes. As cargas congeladas são aquelas que, como o próprio nome diz, necessitam de um transporte especial que é realizado em temperaturas negativas, a fim de preservar as propriedades da carga, como é o caso de carnes derivadas e outros alimentos congelados como a lasanha e o pão de queijo.

### 2.2.1.2 Cargas a Granel

As cargas a granel são aquelas que não necessitam obrigatoriamente de nenhum tipo de embalagem, podendo ser transportada solta, com a lotação completa. Esse tipo de carga também é subdividido em duas categorias: granel líquido e granel sólido.

A carga a granel líquido é aquela composta por líquidos que não são considerados perigosos e não necessitam ser transportados em embalagens, como sucos, leite, água potável e outros líquidos não inflamáveis. Porém o veículo que realiza esse tipo de transporte possui características específicas, como uma carroceria com tanque de aço higienizado e para alguns tipos de líquidos como é o caso do leite e sucos, é preciso que esse tanque seja refrigerado para que o produto não venha a deteriorar.

A carga a granel sólida é composta em sua maioria por matérias-primas como o arroz, o feijão, o milho e a soja. Os veículos que realizam o transporte desse tipo de mercadoria, geralmente possuem carroceria aberta e são conhecidos como graneleiros. Apesar de possuírem a carroceria aberta, o Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) por meio da resolução nº 441 de 28 de maio de 2013 torna obrigatório que o transporte de granéis sólidos sejam realizados completamente cobertos por lonas ou dispositivos similares.

### 2.2.1.3 Cargas vivas

As cargas vivas, de maneira geral, são as cargas constituídas por animais vivos, como animais bovinos, suínos e aves. E esse tipo de transporte deve seguir as normas estabelecidas pelo Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) para garantir o bem-estar dos animais, e é geralmente realizado por veículos de carroceria fechada que possuem diversas entradas de ar e são chamados de boiadeiras.

### 2.2.1.4 Cargas Indivisíveis e Excepcionais de Grande Porte

As cargas indivisíveis e excepcionais de grande porte, são aquelas que como o próprio nome diz, não podem ser divididas e possuem grandes dimensões e pesos, como é o caso de máquinas agrícolas, guindastes, transformadores e entre outros. Esse tipo de transporte necessita de um cuidado especial, tanto no manuseio do carregamento e do descarregamento, quanto no transporte que necessita ser realizado por veículos adequados para suportar a dimensão e o peso dos produtos transportados. E em muitos casos também é necessário contratar veículos batedores para acompanhar o veículo durante todo o trajeto, a fim de garantir a segurança dos demais automóveis e evitar acidentes.

#### 2.2.1.5 Cargas Secas

As cargas secas são compostas por produtos industrializados e não perecíveis, que não necessitam de refrigeração para o transporte e pode ser realizada independente do clima da região. Dentro dessas categoria se enquadram diferentes tipo de produtos, como: móveis, encanamentos, materiais para construção (exceto cimento e derivados), entre outros.

#### 2.2.1.6 Cargas Perigosas

As cargas perigosas, são aquelas que exigem um maior cuidado por apresentarem riscos tanto ao meio ambiente, quanto a pessoas, animais e as instalações. Dentro dessa categoria se enquadram produtos inflamáveis, explosivos, substâncias tóxicas, corrosivas, gases, materiais radioativos, entre diversas outras substâncias perigosas. Para o transporte, acondicionamento, carregamento e descarregamento de cada um desses materiais é necessário seguir procedimentos e normas regulamentadas pela Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), que também torna obrigatório a sinalização dos veículos conforme a classificação de risco dos produtos transportados. E para que os motoristas possam realizar esse tipo de transporte, é necessário que recebam um treinamento especial.

#### 2.2.1.7 Cargas Containerizadas

As cargas containerizadas, são aquelas transportadas por veículos projetados para o uso de contêineres. Que possibilita o acondicionamento de diferentes tipos de mercadorias, como as cargas refrigeradas, secas, frágeis, entre outras que podem ser transportadas dessa maneira. O contêiner possibilita a baldeação da carga para outro modal, como o ferroviário e o aquaviário de maneira mais rápida e simples.

#### 2.2.1.8 Cargas frágeis

As cargas frágeis, essa categoria é formada por aqueles produtos que possuem um grande risco de sofrer algum dano durante o transporte. Como o vidro, espelhos, louças, entre outros. Esse tipo de mercadoria necessita de uma atenção especial tanto em seu carregamento, quanto em seu acondicionamento dentro do veículo e em seu descarregamento, de forma a garantir a integridade do produto.

#### 2.2.1.9 Cargas de Veículos Automotivos

As cargas de veículos automotivos, é realizada pelos chamados caminhões cegonhas, que possuem estrutura adequada para o acondicionamento dos veículos de maneira segura. Para esse tipo de transporte é necessária uma Autorização Especial de Tráfego (AET), que é fornecida pelo DNIT, por se tratar de um veículo com dimensões e peso acima do permitido pela Resolução 210/06 do CONTRAN.

#### 2.2.1.10 Cargas Paletizadas

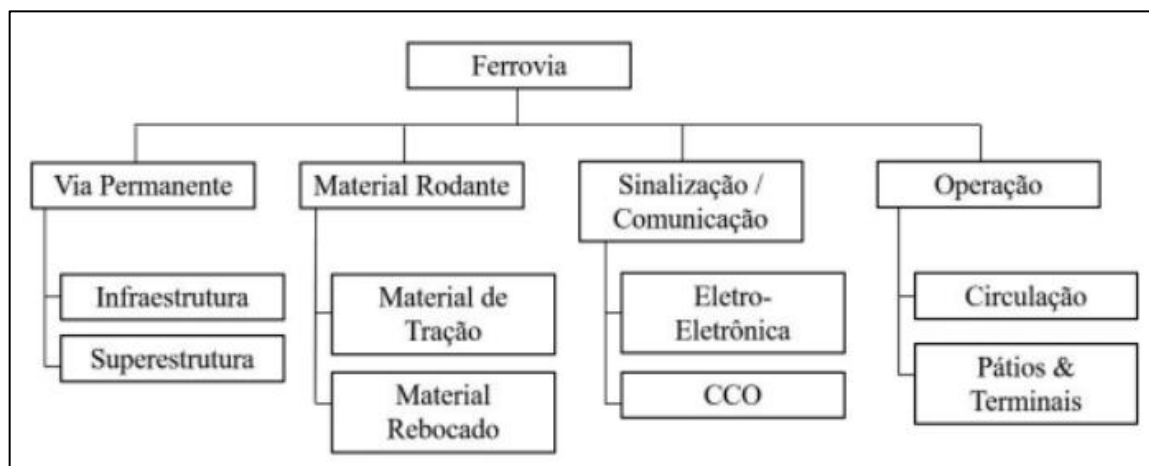
As cargas paletizadas, são formadas por produtos que são empilhados em paletes, que podem ser de madeira, aço, alumínio e plástico, a fim de facilitar a movimentação desse tipo de carga, que é acomodada por diversos processos de unitização. O carregamento e o descarregamento dessas unidades pode ser realizado de maneira mais prática e rápida por meio do auxílio de equipamentos como a empilhadeira.

### 2.3 - TRANSPORTE FERROVIÁRIO

A Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários (ANTF), instituição nacional sem fins lucrativos, foi criada para defender e promover o desenvolvimento e aprimoramento do transporte de carga por ferrovia no Brasil. Desde o processo de desestatização, realizado pelo Governo Federal a partir de 1996, que atualmente representa as operadoras ferroviárias, responsáveis pelo transporte de carga em 13 malhas concedidas à iniciativa privada, cuja extensão abrange cerca de 30 mil km e por onde milhões de toneladas de minério, soja, milho, açúcar, produtos siderúrgicos, e outros produtos, circulam anualmente.

Segundo Rosa (2016, p.21), a ferrovia é um sistema de transporte em que os veículos (motores ou rebocados) se deslocam com rodas metálicas sobre duas vigas contínuas longitudinais, também metálicas, denominadas trilhos. Ela difere dos outros sistemas de transporte pelo fato de o veículo não possuir mobilidade quanto à direção que tomará; portanto, uma ferrovia é um sistema autoguiado. É constituída basicamente de quatro elementos, como se pode ver na Figura 2.3 abaixo.

Figura 2.3 - Elementos de uma ferrovia



Fonte: Adaptado de Rosa e Ribeiro (2016)

De acordo com Rosa (2016, p.3), o modo ferroviário caracteriza-se, especialmente, por sua capacidade de transportar grandes volumes com elevada eficiência energética, principalmente em casos de deslocamentos a médias e grandes distâncias, acima de 500 quilômetros. Apresenta, ainda, maior segurança, em relação ao modal rodoviário, com menor índice de acidentes e menor incidência de furtos e roubos. Vale ressaltar que o modal rodoviário é complementar ao modal ferroviário.

De acordo com o Ministério dos Transportes (MT,2023), as características do transporte ferroviário de cargas no Brasil são:

- Grande capacidade de carga;
- Adequado para grandes distâncias;
- Elevada eficiência energética;
- Alto custo de implantação;
- Baixo custo de transporte;
- Baixo custo de manutenção;
- Possui maior segurança em relação ao modal rodoviário visto que ocorrem poucos acidentes, furtos e roubos.
- Transporte lento devido às suas operações de carga e descarga;

- Baixa flexibilidade com pequena extensão da malha;
- Baixa integração entre os estados;
- Pouco poluente.

### **2.3.1 Transporte de Cargas Via Modal Ferroviário**

Segundo Rosa (2016, p.3), a carga típica do modal ferroviário é a carga a granel. Entre os diversos granéis, no Brasil, destacam-se:

- Grãos;
- Minério de ferro;
- Cimento;
- Adubos e fertilizantes;
- Carvão mineral.

A carga geral, principalmente a que movimenta grandes volumes, também tem utilizado a ferrovia com muita frequência. Dentre os tipos de produtos, podemos citar:

- Produtos siderúrgicos;
- Mármore e granitos.

Recentemente, as ferrovias começaram também a transportar contêineres, o que é uma tendência no Brasil, e, nos Estados Unidos, uma realidade há muito tempo (Rosa, 2016).

Conforme Nabais (2014, p.289), os vagões constituem a parte do material rodante rebocado destinada ao transporte das cargas, sendo diferenciados pelo serviço específico, pelas condições funcionais ou pelos dispositivos de carga e descarga em terminais desse tipo. De forma geral, podem ser classificados em vários tipos básicos, cada um subdividido em subtipos de acordo com suas características específicas. Ao longo dos anos, muitos tipos e subtipos deixaram de ser utilizados devido aos avanços tecnológicos e às mudanças de perfil das cargas transportadas, podendo-se citar como exemplo mais significativo os vagões-gaiola para o transporte de gado em pé, atualmente banidos de todas as ferrovias no Brasil.

Ainda segundo Nabais (2014), outros subtipos surgiram, destinados a novos transportes especializados, podendo-se citar o caso dos vagões fechados com cobertura telescópica, destinados a cargas paletizadas, como celulose, cimento ensacado e produtos siderúrgicos.

A seguir são indicados os tipos básicos de vagões, lembrando que também são utilizados vagões adaptados de um tipo para outro, bem como outros antigos ou novos especiais para o transporte de materiais e equipamentos em uso interno não remunerado pelas ferrovias, especialmente no caso de materiais para manutenção da via permanente.

#### 2.3.1.1 Vagões fechados

São os mais antigos e tradicionais vagões, utilizados desde o início das ferrovias para o transporte de todos os tipos de carga, especialmente as ensacadas. De forma geral, são providos de portas laterais corrediças, os mais antigos em madeira e os mais modernos em aço, existindo alguns com dispositivos internos especiais para a fixação das cargas e outros equipamentos específicos para carga e descarga, inclusive escotilhas. Geralmente, sua quantidade tende a decrescer em relação aos vagões mais especializados.

Figura 2.4 - Vagão fechado

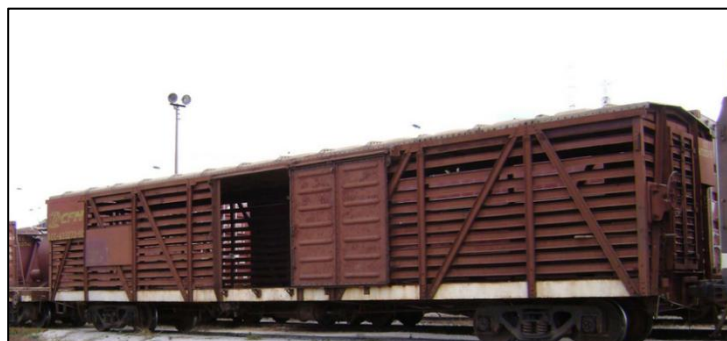


Fonte: Prado Trens (2023)

#### 2.3.1.2 Vagões-gaiola

Utilizados originalmente para o transporte de animais vivos, atualmente restam poucos exemplares em operação, utilizados de forma improvisada para outros transportes, como tijolos e dormentes.

Figura 2.5 - Vagão-gaiola



Fonte: VFCO (2007)

### 2.3.1.3 Vagões-gôndola

Diferem-se dos vagões fechados por não possuírem cobertura, sendo adequados ao transporte de cargas em granel sólidas que podem ficar expostas ao tempo, como minérios, minerais, carvão e produtos siderúrgicos. Possuem diversos subtipos, especialmente no que se refere aos sistemas de descarga, podendo ter o fundo horizontal fixo, móvel ou inclinado, conhecido como lombo de camelo, para facilitar a descarga lateral por gravidade.

Figura 2.6 - Vagão Gôndola



Fonte: Greenbrier Maxion (2023)

### 2.3.1.4 Vagões-plataforma

Tal como os fechados, os vagões-plataforma são um dos mais antigos tipos nas ferrovias, sendo destinados às cargas pesadas e de grandes volumes que apresentam dificuldades de

carregamento e acondicionamento, como contêineres, grandes caixas, blocos de granito, chapas e perfis laminados siderúrgicos, veículos, equipamentos e toras de madeira.

Figura 2.7 - Vagão Plataforma



Fonte: Greenbrier Maxion (2023)

#### 2.3.1.5 Vagões hopper

Vagões destinados ao transporte de granéis sólidos, sendo seu nome derivado da palavra inglesa que significa funil, uma vez que facilita a descarga pelo fundo inclinado, por ação da gravidade, através das tremonhas. A depender do tipo de carga, podem ser abertos ou fechados, possuindo neste caso escotilhas no teto para o carregamento. Alguns vagões hopper têm a caixa em forma de tanque, numa conformação própria para facilitar o escoamento da carga.

Figura 2.8 - Vagão Hopper



Fonte: Greenbrier Maxis (2023)

#### 2.3.1.6 Vagões-tanque

Destinados ao transporte de grânéis líquidos, como derivados de petróleo, álcool, produtos químicos e mesmo água, existindo alguns específicos para o transporte de gases sob pressão e outros para o transporte de produtos escuros, equipados com serpentinas internas para o aquecimento de líquidos muito viscosos, como óleo combustível. Também há vagões-tanque destinados ao transporte de cargas em pó, como cimento, que para serem descarregados necessitam da insuflação de ar comprimido por tubulação especial, devido ao adensamento da carga durante a viagem.

Figura 2.9 - Vagão tanque

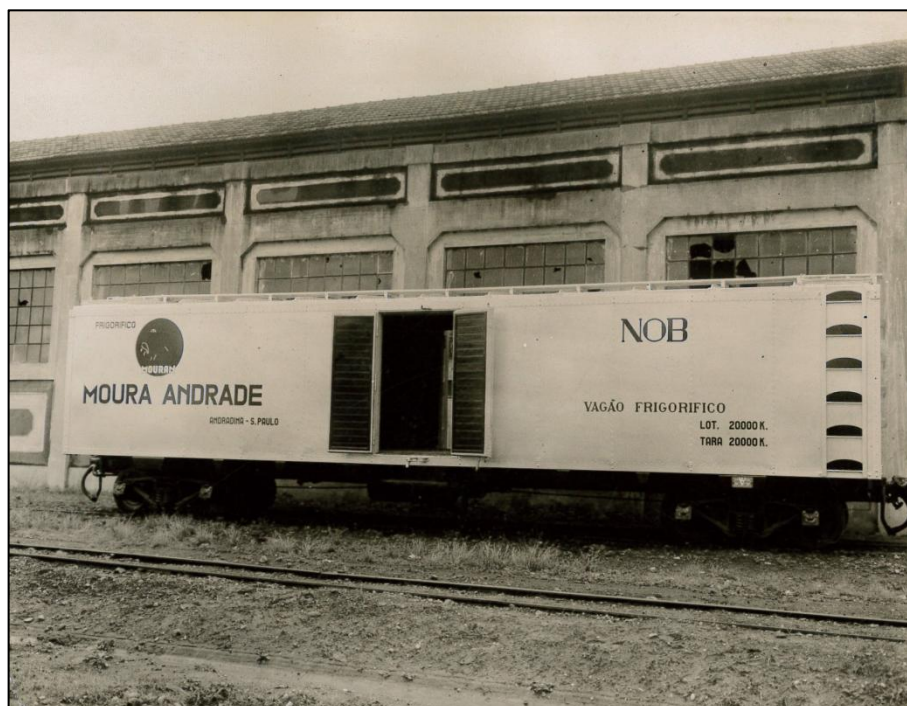


Fonte: Greenbrier Maxis (2023)

### 2.3.1.7 Vagões isotérmicos

Destinados originalmente ao transporte de produtos sob condições especiais de temperatura, como carnes, sendo equipados ou não com dispositivos mecânicos de resfriamento acionados por motores diesel ou elétricos. Atualmente, não são mais utilizados, devido à existência de contêineres isotérmicos com e sem refrigeração, mais eficientes.

Figura 2.10 - Vagão Isotérmico



Fonte: Greenbrier Maxion (2023)

### 2.3.1.8 Vagões caboose

Os vagões caboose, como o da figura 13 abaixo ou simplesmente cabooses, também conhecidos por outros nomes, como carros-breque e mesmo brake-vans, são raros atualmente, sendo utilizados em alguns trens com cargas especiais, de serviço ou para viagens especiais de inspeção. Antigamente, eram utilizados em praticamente todos os trens de carga, engatados na cauda, nos quais um guarda-freios vigiava os demais vagões em movimento na viagem, podendo acionar um freio de emergência em caso de um eventual acidente. Alguns cabooses eram equipados com uma cúpula no teto, para facilitar a visão dos guarda-freios sobre os demais vagões.

Figura 2.11 - Vagão Caboose



Fonte: Maria Fumaça Campinas (2016)

#### 2.3.1.9 Vagões especiais

Nesse grupo, são incluídos praticamente todos e quaisquer vagões com características diferentes dos mais comuns já citados, destacando-se aqueles para a utilização em serviço siderúrgico, dentro das usinas, para serviços especializados de via permanente, para o transporte de contêineres empilhados do tipo double-stack como mostra a figura 12 a seguir, para cargas de grandes dimensões, entre outros.

Figura 2.12 - Vagão Double Stack



Fonte: Greenbrier Maxion (2023)

Segundo a ANTF (2021), o modal ferroviário corresponde a 14,95% da matriz nacional de transporte de cargas. Em 2021 a produção ferroviária nacional alcançou 506,80 milhões de

toneladas-úteis (TU) e 371,42 bilhões de toneladas-úteis por quilômetro (TKU). Esses volumes representam aumento de 3,6% de TU e 1,7% de TKU em relação a 2020. Do total transportado em 2021, 372,81 milhões de TU (73,6%) e 261,5 bilhões de TKU (70,4%) foram de minério de ferro, seguido de soja, açúcar e milho.

Conforme a Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários (ANTF), com os investimentos expressivos realizados em 2021, verificou-se um crescimento elevado na frota de material rodante. Comparando a frota do ano de 1997, as ferrovias contavam com 1.154 locomotivas e em 2021, já somam 3.297 unidades, representando um aumento de 186%. No mesmo período, o número de vagões passou de 43.816 para 114.974 unidades, uma alta de 162%.

## **2.4 O SISTEMA FERROVIÁRIO FEDERAL**

Segundo o Ministério da Infraestrutura (MINFRA, 2022), compete à União explorar, diretamente ou mediante autorização, concessão ou permissão, os serviços de transporte ferroviário entre portos brasileiros e fronteiras nacionais, ou que transponham os limites de Estado ou Território. Cerca de 30 mil km de ferrovias federais existentes, como mostra a figura 6, que foram distribuídas a 15 contratos de concessão/subconcessão, e 10 mil km de ferrovias autorizadas a serem construídas por particulares, distribuídas em 27 contratos de adesão. Não há contratos de permissão para exploração do transporte ferroviário.

O modo ferroviário corresponde a 17,7% na participação da matriz de transporte brasileira, valor pequeno para um país com dimensões continentais, vocacionado ao transporte ferroviário de bens e pessoas. O setor ferroviário vive um momento de destaque na infraestrutura tendo sido celebrado recentemente o novo marco legal do setor, Lei nº 14.273/2021, diminuindo a burocracia, regulando o modelo de autorização ferroviária e buscando uma maior racionalidade na matriz logística nacional.

Figura 2.13 - Subsistema Ferroviário Federal



Fonte: ANTT (2015)

O Sistema Ferroviário Brasileiro, representa um importante intermediário do crescimento e desenvolvimento econômico, por sua capacidade de carregamento de cargas. As ferrovias são vantajosas especialmente para o transporte de longas distâncias e de alta tonelagem permitindo a realização do serviço de forma mais eficiente e com menor custo.

## **2.5 O PAPEL DO TRANSPORTE DE CARGAS NA LOGÍSTICA**

O transporte de cargas desempenha um papel fundamental na logística, que é a administração de todas as atividades envolvidas na movimentação de produtos desde o ponto de origem até o ponto de consumo.

O transporte de cargas é responsável pela movimentação dos produtos entre os diferentes pontos da cadeia de suprimentos, incluindo o transporte da matéria-prima até a fábrica, o transporte dos produtos acabados da fábrica até o armazém e o transporte dos produtos do armazém até o cliente final.

De acordo com Ballou (2006), o usuário de transporte tem uma ampla gama de serviços à disposição, girando em torno de cinco modais básicos: hidroviário, ferroviário, rodoviário, aeroviário e dutoviário. Um serviço de transporte é um elenco de características de desempenho comprado a um determinado preço. A variedade de serviços de transporte é quase ilimitada. Os cinco modais citados podem ser usados em combinação por exemplo: movimentação em carretas e contêineres; agência de transporte, associações de transportadores e corretores são igualmente úteis para facilitar esses serviços; transportadores de *courier* podem ser usados por sua eficiência com cargas menores; ou é então possível usar um único modal em caráter exclusivo. A partir dessas opções de serviços, o usuário seleciona um serviço ou combinação de serviço que lhe proporcione a melhor combinação de qualidade e custo.

A escolha do modal de transporte adequado é fundamental para garantir que a carga chegue ao seu destino final no prazo estabelecido e em condições adequadas. Além disso, o transporte de cargas também tem impacto direto nos custos logísticos, já que representa uma parte significativa do valor final do produto.

Portanto, é essencial que as empresas realizem uma gestão eficiente do transporte de cargas na logística, garantindo a escolha adequada do modal de transporte, o planejamento da rota, a gestão de estoque e o controle de custos, garantindo sempre a satisfação do cliente final e competitividade no mercado.

A logística é uma área essencial para o funcionamento eficiente de empresas, organizações e até mesmo países inteiros. Ao longo dos anos, o desenvolvimento da logística tem sido impulsionado pela necessidade de gerenciar efetivamente o fluxo de bens, informações e recursos, desde a produção até a entrega final.

No passado, a logística costumava ser vista como um processo simplificado de transporte e armazenamento de mercadorias. No entanto, com os avanços tecnológicos e as mudanças nas demandas dos consumidores, a logística evoluiu para se tornar um setor complexo e estratégico. Hoje em dia, envolve uma série de atividades interligadas, como aquisição, armazenagem, distribuição, transporte, gerenciamento de estoques, embalagem e gerenciamento de informações.

Um dos principais impulsionadores do desenvolvimento da logística foi a globalização. Com a expansão do comércio internacional e a redução das barreiras comerciais, as empresas precisam aprimorar seus processos logísticos para atender a mercados distantes. Isso acompanha o desenvolvimento de redes de transporte eficientes, a otimização de rotas, a escolha de modos de transporte capacita a implementação de sistemas de rastreamento e monitoramento em tempo real.

Além disso, a logística tem se beneficiado enormemente do avanço da tecnologia da informação. A implementação de sistemas de gestão de cadeia de suprimentos (SCM), a utilização de softwares de planejamento e programação, a automação de processos e a utilização de análise de dados têm permitido que as empresas melhorem a visibilidade de sua cadeia de suprimentos, tomem decisões e reduzam os custos operacionais.

Segundo Ballou (2006), as empresas gastam um tempo valioso buscando maneiras de diferenciar suas ofertas de produtos em relação às da concorrência. Quando a administração reconhece que a logística/CS afeta uma significativa parcela dos custos da empresa e que os resultados das decisões tomadas quanto o processo da cadeia de suprimentos proporciona diferentes níveis de serviços ao cliente, atingem uma condição de penetrar de maneira eficaz em novos mercados, de aumentar sua fatia do mercado e de aumentar os lucros.

Outro aspecto importante do desenvolvimento da logística é a sustentabilidade. Com uma preocupação crescente com o meio ambiente, as empresas estão buscando soluções logísticas mais inteligentes, como a utilização de modos de transporte menos poluentes, a otimização de rotas para reduzir as emissões de carbono e a implementação de práticas de embalagem mais ecológicas.

Além disso, a logística tem se adaptado às mudanças nas expectativas dos consumidores. Os clientes agora esperam entregas mais rápidas, rastreamento em tempo real, opções de entrega flexíveis e um alto nível de serviço ao cliente. Para atender a essas demandas, as empresas investiram em estratégias logísticas inovadoras, como a utilização de drones e veículos autônomos para entregas, a criação de centros de distribuição próximos aos centros urbanos e a implementação de sistemas de gerenciamento de estoque em tempo real.

Em resumo, o desenvolvimento da logística tem sido impulsionado por uma série de fatores, como globalização, avanços tecnológicos, sustentabilidade e mudanças nas expectativas dos consumidores. À medida que o mundo continua a evoluir, a logística segue se adaptando e evoluindo para atender às necessidades em constante mudança das empresas e da sociedade como um todo.

No próximo capítulo, será tratada a metodologia que será utilizada para o trabalho, visando obter as diferenças dos custos operacionais entre os modais rodoviário e ferroviário, abordando os custos associados aos mesmos, com seus respectivos métodos, definições e classificações dos itens de custo. Separados por custos fixos e variáveis associados ao transporte rodoviário e ferroviário, e por fim, os seus devidos cálculos dos custos associados.

## CAPÍTULO 3 - MÉTODO

De acordo com LIMA (2001), o transporte de cargas no Brasil chega a faturar mais de R\$ 40 bilhões e movimentar  $\frac{2}{3}$  do total de cargas em todo o país. Porém, a categoria sofre com diversas greves, acarretadas geralmente pelo mesmo motivo: o valor do frete.

Isso se deve em razão da dificuldade desse setor em fiscalizar e regulamentar esse mercado que conta com mais de 306 mil empresas transportadoras, 950 mil transportadores autônomos e 50 mil transportadores de carga própria. Devido a essa alta pulverização, vale destacar a facilidade de acesso de competidores no setor.

O aumento da oferta de serviços de transportes de carga por meio do modal rodoviário, faz com que a concorrência reduza os preços o máximo possível. O que muitas vezes faz com que o seu preço seja inferior ao seu preço de custo. A fim de permitir essa comparação entre preço e custo, é necessário definir os conceitos que envolvem os custos fixos e variáveis.

### 3.1 CÁLCULO DOS CUSTOS OPERACIONAIS DO MODAL RODOVIÁRIO

#### 3.1.1 Método, Definição e Classificação dos Itens de Custo

O método proposto por Lima (2001), para o cálculo do custeio divide o processo em 4 etapas:

1. Definição dos itens de custos;
2. Classificação dos itens de custos em fixos e variáveis;
3. Cálculo do custo de cada item;
4. Custeio das rotas de entrega/coleta;

##### 3.1.1.1 Definição dos Itens de Custo

Os principais itens de custos do transporte rodoviário estão listados e definidos a seguir. Os mesmos serão mais detalhados à frente.

- depreciação: capital que deveria ser reservado para a reposição do bem ao final de sua vida útil;

- remuneração de capital: custo de oportunidade do capital imobilizado na compra dos ativos;
- pessoal (motorista): deverá ser considerado o salário em conjunto com seus encargos e benefícios (vale alimentação, etc);
- seguro do veículo;
- IPVA/ seguro obrigatório;
- custos administrativos (água, energia, internet, etc);
- combustível;
- pneus;
- lubrificantes;
- manutenção;
- pedágio.

É de importante ressaltar que a remuneração de capital (que é considerado um custo de oportunidade) e a depreciação devem ser considerados como itens independentes. E caso a empresa tenha a necessidade de realizar uma operação complementar ao transporte, como a contratação de uma escolta, ou o uso de um refrigerador, por exemplo, outros itens de custo devem ser adicionados no cálculo para garantir uma eficácia no custeio.

### 3.1.1.2 Classificação dos Itens de Custo

Segundo Lima (2001), para realizar a classificação dos custos fixos e variáveis é necessário adotar um parâmetro de comparação, em que normalmente os itens de custos fixos são classificados como aqueles que independem do nível de atividade e os itens de custos variáveis como aqueles que variam de acordo com o crescimento do nível de atividade.

Se tratando do mercado de transportes, essa classificação é realizada em relação a distância percorrida, tendo como unidade variável a quilometragem. Ou seja, todos os custos que variam de acordo com a distância percorrida pelo veículo são considerados variáveis, e todos os custos que não dependem do deslocamento do veículo são considerados fixos. Vale ressaltar que essa classificação não é uma regra geral, e que para esse estudo, o conceito de fixo e variável estará relacionado a distância percorrida.

Outros dois fatores importantes de se destacar em relação aos conceitos de custos fixos e variáveis, é que este conceito só faz sentido em análises de curto prazo, já que ao longo prazo a capacidade, por exemplo, pode se tornar variável. A longo prazo toda a organização da empresa pode sofrer alterações, como a contratação ou demissão de funcionários, a compra ou venda de ativos, ou seja, alterando a estrutura de custos fixos. A longo prazo, pode-se dizer que todos os custos são variáveis.

O segundo fator a se ressaltar, é que um custo variável pode se tornar fixo ao longo do tempo à medida que determinado nível de serviço é comprometido a priori. Por exemplo, se uma empresa de transportes de cargas se compromete a oferecer uma determinada frequência de viagens, todos os custos variáveis (como o combustível) dessas viagens se tornam independentes do volume de carga, ou de qualquer outra variável, ou seja, esses custos se tornam fixos.

Sendo assim, a classificação entre fixo e variável, será feita em relação à distância percorrida, como já mencionado anteriormente. Todos os custos que variam de acordo com a quilometragem serão considerados variáveis, enquanto os demais serão classificados como fixos.

#### 3.1.1.3 Custos Fixos Associados ao Transporte Rodoviário

São considerados itens de custo fixo:

- depreciação;
- remuneração do capital;
- pessoal (motorista);
- custos administrativos;
- seguro do veículo;
- IPVA/ seguro obrigatório.

#### 3.1.1.4 Custos Variáveis Associados ao Transporte Rodoviário

São considerados itens de custo variável:

- pneus;
- combustível;

- lubrificantes;
- lavagem;
- lubrificação;
- manutenção
- pedágio.

Porém o pedágio não deve ser considerado de acordo com a quilometragem como os demais itens, devendo este ser considerado de acordo com cada rota, a quantidade de eixos do veículo e o valor cobrado por eixo em cada um dos pedágios. Já que o valor do pedágio geralmente não é proporcional à distância da rota.

Outro fator que deve ser levado em consideração, é que essa classificação entre custos fixos e variáveis depende tanto da operação da empresa, como também da forma que é realizado o pagamento das contas pelas empresas. Por exemplo, no Brasil o motorista recebe um salário mensal, sendo esse item classificado como custo fixo, enquanto que nos Estados Unidos o motorista é remunerado de acordo com a distância percorrida, ou seja, esse item é considerado como um custo variável.

#### 3.1.1.5 Cálculo do custo de cada item e custo da rota

Para o cálculo do custo das rotas de entrega ou de coleta, deve-se calcular os itens de custos unitários para cada tipo de veículo utilizado. Ou seja, se a empresa possui um frota composta por carretas com capacidade para transportar 30 toneladas e trucks com capacidade para transportar 13 toneladas, o cálculo deverá ser realizado para os custos fixos e variáveis unitários das carretas e dos *trucks* em relação aos seus respectivos parâmetros (número de pneus, consumo de combustível etc). Como quase todos os itens estão diretamente ligados ao veículo, exceto os custos administrativos, o cálculo é simples e não fica muito comprometido por rateios.

Os custos fixos são constantes mês a mês, mas vale reforçar que estão sujeitos a variações de preço e ou salariais, estes custos serão calculados em relação ao mês (R\$/mês). Enquanto que os custos variáveis, por estarem diretamente relacionados a distância percorrida, serão calculados em relação a quilometragem (R\$/km).

##### 3.1.1.5.1 Cálculo dos itens de custo fixo

A diante serão explicados os cálculos dos itens de custo fixo, cujas equações estão apresentadas respectivamente:

- Depreciação: esse item será calculado através da diferença entre o valor da aquisição do veículo e o seu valor residual, dividido pela sua vida útil (em meses) na empresa, como demonstrado na equação 3.1. O valor de aquisição deve levar em conta as despesas com taxas de licenciamento e frete do veículo, o valor residual retrata o seu valor de venda futuramente, descontando os impostos. É importante ressaltar que esse valor de depreciação não é o mesmo que o valor de depreciação contábil, que considera um tempo de 5 anos para a depreciação, tempo este que é inviável para a realidade operacional. Quando um veículo for composto por cavalo e baú, o baú poderá ser incluído no cálculo da depreciação do cavalo, ou também pode se criar um outro item de custo para sua depreciação.

$$C_{dep}(R\$) = \frac{V_{aquisição}(R\$) - V_{residual}(R\$)}{n^{\circ} \text{ de meses}} \quad (3.1)$$

- remuneração do capital: este é considerado um custo de oportunidade, como citado anteriormente. Ou seja, ao realizar o investimento de um capital na compra de um caminhão, por exemplo, a empresa está deixando de investir esse mesmo capital em um outro projeto ou mercado financeiro, o que poderia trazer outros rendimentos. Para realizar esse o cálculo deste item, deve-se multiplicar o valor de aquisição do veículo pela taxa de oportunidade mensal da empresa (mesmo que parte desse já tenha se depreciado), como demonstrado na equação 3.2. A taxa de oportunidade da empresa é o retorno de capital dessa empresa, que geralmente, varia entre 12% a 20% a.a e deve ser mensalizada, já que o cálculo fornece um custo mensal.

$$C_{r.cap}(R\$) = V_{aquisição}(R\$) \times (\sqrt[12]{1 + taxa_{anual}} - 1) \quad (3.2)$$

- Custo de pessoal: deve considerar o custo com salário, pagamento de horas extras, encargos e benefícios (vale alimentação etc). Se o veículo em questão operar em mais de um turno, deve-se considerar os gastos relativos aos demais motoristas, como mostra a equação 1.3 abaixo:

$$C_{\text{pessoal}}(R\$) = \text{Salários}(R\$) + \text{encargos e benefícios}(R\$) \quad (3.3)$$

- IPVA/ seguro obrigatório e seguro do veículo: são despesas anuais, que devem ser mensalizadas, ou seja, seu valor anual dividido em 12 vezes. Como mostra a equação 3.4, abaixo:

$$C_{\text{Seg / IPVA}}(R\$) = \frac{\text{Valor anual}(R\$)}{12} \quad (3.4)$$

- custos administrativos: são custos indiretos em relação ao veículo, estes que deverão ser rateados pela empresa. A maneira mais simples de realizar esse processo é dividir o custo administrativo mensal pelo número de veículos que compõem a frota, como descrito na equação 3.5. Esse é o método mais justo para a maioria das situações, e é importante ressaltar a importância de se tomar cuidado, ao utilizar informações desse item para a tomada de decisões dentro da empresa, devido ao fato de que mesmo rateado seu custo por veículo, não se garante que esse custo seja eliminado, ou reduzido, caso se diminua a frota da empresa.

$$C_{\text{adm}}(R\$) = \frac{\text{Custo adm total}(R\$)}{n^{\circ} \text{ de veículos}} \quad (3.5)$$

### 3.1.1.5.2 Cálculo dos itens de custo variável

A seguir serão explicados os cálculos dos itens de custo variável, e suas respectivas equações:

- custo de pneus: foi calculado como uma depreciação por quilômetro, ou seja, dividindo o preço de um jogo de pneus (preço unitário do pneu vezes o número de pneus do veículo) pela vida útil em quilômetros dos pneus. Agora, para considerar a recapagem, soma-se ao preço de cada pneu o preço de suas respectivas recapagens, e multiplica-se o resultado pelo número de pneus, para após, dividir este resultado pela vida útil dos pneus considerando as recapagens, como mostra a equação 3.6, a seguir:

$$C_{pneu}(R\$) = \frac{n_{pneu} \times (P_1 + n_{recap} \times P_2)}{\text{vida útil do pneu c/recapagem}} \quad (3.6)$$

$$\begin{aligned} P_1 &= \text{preço unitário do pneu novo} \\ P_2 &= \text{preço da recapagem} \end{aligned}$$

- custo de combustível: para calcular este item, divide-se o preço do litro (R\$/l) do combustível pelo rendimento do veículo (km/l), como mostra a equação 3.7 abaixo. Observa-se que quanto menor o consumo do veículo utilizado, menor será o custo de combustível por quilômetro rodado.

$$C_{comb.}(R\$) = \frac{\text{preço por litro}(R\$)}{\text{rendimento}(km/l)} \quad (3.7)$$

- Custo de óleo: é calculado de maneira semelhante aos pneus, multiplica-se o preço de um litro do lubrificante pela capacidade do reservatório do veículo e divide-se o resultado pelo intervalo entre as trocas de óleo. Como demonstrado a seguir, pela equação 3.8.

$$C_{óleo}(R\$) = \frac{\text{preço}(R\$) \times \text{capacidade}(L)}{\text{intervalo entre trocas}} \quad (3.8)$$

- Custo de lubrificação: é calculado dividindo-se o custo da lubrificação pelo intervalo entre as trocas, como mostra a equação 3.9, a seguir.

$$C_{lubr} = \frac{\text{Custo de lubrificação}}{\text{intervalo entre trocas}} \quad (3.9)$$

- Custo de manutenção: esse item pode ser calculado de duas maneiras. A primeira é com base no seu custo padrão em R\$/Km, e a segunda maneira, é criando um centro de custos para se calcular o custo médio de manutenção por quilômetro.
- Pedágio: como mencionado anteriormente, este item depende não só da distância percorrida. Sendo assim deve-se avaliar a quantidade de praças de pedágio na rota

que está sendo calculada e o valor cobrado por eixo em cada uma das praças de pedágio, aplicando-se ao veículo em questão.

#### 3.1.1.5.3 Cálculo do custeio das rotas de entrega/ coleta

Calculados os valores unitários de cada um dos itens de custo, soma-se os valores dos custos fixos (R\$/mês) e divide-se o resultado pela utilização, ou seja, divide-se pelo número de horas trabalhadas por mês obtendo assim o resultado do custo fixo por hora (R\$/hora). Os custos variáveis também devem ser somados (R\$/Km). E por último, pode-se montar a equação de custo abaixo, segundo Lima (2001), que será analisada em duas rotas em um estudo de caso. Onde  $C_{rota}$  é o custo da rota (R\$), CF é o custo fixo (R\$/h) e CV é o custo variável (R\$/km).

$$C_{rota} = tempo (h) \times CF (R\$/h) + Distância (km) \times CV (R\$/km) \quad (3.10)$$

O tempo a ser considerado é o tempo total da rota que deve considerar também o tempo de carga e descarga, com as suas respectivas filas e o tempo de viagem.

### 3.2 CÁLCULO DOS CUSTOS OPERACIONAIS DO MODAL FERROVIÁRIO

A avaliação das características dos serviços de transporte ferroviário requer uma ampla compreensão da natureza da tecnologia, dos custos e das dimensões impostas pela demanda de seus serviços. O produto do setor ferroviário é multidimensional por natureza; quando expresso através de dimensões reduzidas, como tonelada-útil (tu) ou tku, por exemplo, a respectiva grandeza (para medir o transporte ferroviário) abriga (porém não reflete de forma objetiva) diversas outras particularidades que podem implicar custos reais bastante diferenciados por unidade de produção (Wilson, 1959).

Há várias dimensões que são usualmente indicadas como determinantes da diferenciação do produto e dos custos de transporte. Dentre elas, destacam-se (Corrêa Junior et. al., 2001):

- tamanho do lote de carga que o usuário deseja transportar;
- distância de transporte;

- mix e volume total de mercadorias dos diversos usuários, por trecho, linha ou segmento da malha de transporte;
- cobertura geográfica do serviço oferecido, incluindo as possibilidades de arranjos e conexões intra e intermodais;
- dimensões temporais do transporte, incluindo tempo médio esperado, variabilidade, frequência e disponibilidade do serviço;
- probabilidade de perdas e danos; e
- disponibilidade de informações sobre o transporte e serviços acessórios.

Conforme os Estudos técnicos Referentes ao Eixo de Capricórnio, Corredor Bioceânico Ferroviário, trabalho que foi realizado com recursos do Fundo de Estruturação de Projetos do BNDES (FEP), no âmbito da Chamada Pública BNDES/FEP nº02/2008, a determinação dos custos e despesas operacionais por trecho de cada concessionária são estruturadas a partir da consideração de custos que expressam as funções ferroviárias relevantes, ou seja:

- Operação: contemplam as despesas efetuadas com a realização do transporte remunerado de carga;
- Mecânica: se destinam a registrar as despesas de conservação e recuperação de todo o material rodante de transporte ferroviário;
- Engenharia: compõem as despesas efetuadas para conservar e manter em condições de funcionamento os bens imóveis e móveis do aparelhamento ferroviário.
- Administrativas e comerciais: destinado a registrar as despesas de funcionamento de todos os órgãos diretivos, administrativos e comerciais.

### **3.2.1 Método, Definição e Classificação dos Itens de Custo**

A metodologia adotada pelo BNDES em parceria com Ernst & Young Assessoria Empresarial Ltda., Trends Engenharia e Infraestrutura Ltda., Enefer - Consultoria, Projetos Ltda., Vetec Engenharia Ltda., Siqueira Castro Advogados e Empresa Brasileira de Engenharia e Infraestrutura – EBEI, para os estudos técnicos referentes ao eixo de capricórnio, Corredor Bioceânico Ferroviário (2011), para o cálculo do custeio visa à obtenção do valor unitário, em tonelada-quilômetro útil (TKU), dos custos e despesas operacionais. Onde se tem como base os níveis de capacidade/demanda de cada um dos trechos em estudo. O método pode ser dividido da seguinte maneira:

- Dados operacionais: dizem respeito ao “esforço” para a produção do transporte na rota;

- Dados contábeis: se referem aos dados dos valores dos custos e despesas calculadas em cada natureza de gasto.

Desse modo, o método aloca os gastos em relação proporcional ao “esforço” de produção associado para cada uma das rotas. Ou seja, os custos e despesas operacionais são decompostos aos níveis dos trechos em operação. Relacionando os mesmos aos seus respectivos parâmetros operacionais e dados estatísticos

### 3.2.1.1 Definição dos Itens de Custo

Para os trechos serão analisados o seu sistema operacional nos aspectos mais relevantes, no que diz respeito à sua influência nos custos e despesas operacionais, e estes serão calculados para cada um dos trechos:

- Equipagem: os tempos de viagem dos trens-tipo de projeto na extensão de linha, a jornada de trabalho das equipagens, o salário médio anual e outros fatores;
- Combustível: o perfil da linha, as características das locomotivas, o peso e o tempo de viagem do trem, o consumo e o custo do diesel e outros;
- Lubrificantes: a frota de locomotiva, o consumo por locomotiva e o custo dos lubrificantes;
- Manutenção e seguro de locomotivas e de vagões: a extensão do percurso dos trens, os tempos em viagem e nos terminais, a disponibilidade e utilização da frota, pessoal, o salário médio anual, os materiais e equipamentos e outros;
- Manutenção dos sistemas de sinalização e telecomunicação: a extensão, as características dos sistemas e do plano de vias, os materiais, o pessoal, o salário médio anual e outros;
- Via permanente: a extensão, as características da superestrutura, a geometria dos trechos em planta e perfil, os materiais metálicos, o pessoal, o salário médio anual, o consumo e custo de material e de equipamentos e outros;
- Operação de pátios, CCO e postos de abastecimento: o número necessário dessas instalações, o pessoal e o salário médio anual;
- Gerais, administrativas e comerciais: valores estimados a partir da similitude em relação aos custos e parâmetros relevantes, verificados em outras concessionárias de transporte ferroviário.

### 3.2.1.2 Classificação dos Itens de Custo

Assim como no Transporte rodoviário, os custos estão classificados em custos fixos e variáveis. Os custos que variam de acordo com serviços ou volumes são classificados como custos variáveis, e aqueles que não são invariáveis são classificados como custos fixos. É evidente que todos os custos são variáveis quando se trata de período de tempo muito longo e um grande volume. Para fins de precificação do transporte, contudo, é aconselhável considerar como fixos aqueles custos que são constantes no volume normal de operações do transportador. Todos os demais custos devem ser considerados variáveis.

Estes custos serão separados entre fixos e variáveis, de acordo com esse critério a seguir, de modo a possibilitar os cálculos econômicos e financeiros dos dois trechos operacionais a serem estudados. Na divisão entre os custos fixos e variáveis, serão considerados os percentuais em relação aos custos médios totais (R\$/tku).

Dessa forma, os custos e despesas operacionais dos trechos será determinado com base nas seguintes etapas:

- Cálculo dos parâmetros operacionais.
- Consistência dos parâmetros operacionais, imposta pela geometria do traçado, em planta e perfil.
- Cálculo das despesas decorrentes da realização do transporte ferroviário.

### 3.2.1.3 Custos Fixos Associados ao Transporte Ferroviário

São considerados itens de custo fixo:

- Equipagem;
- Seguro de locomotivas;
- Seguro de vagões;
- Manutenção de sistemas de sinalização e telecomunicação;
- Operação de pátios, CCO e postos de abastecimento;
- Custos e despesas gerais;
- Custos e despesas administrativas;
- Custos e despesas comerciais.

### 3.2.1.4 Custos Variáveis Associados ao Transporte Ferroviário

São considerados itens de custo variável:

- Combustível;
- Lubrificante;
- Manutenção de locomotivas;
- Manutenção da via permanente.

### 3.2.2 Cálculo do Custo Associado ao Transporte Ferroviário

Para os cálculos de custos do Transporte Ferroviário foi utilizada a metodologia adotada pelo BNDES (2011) para o cálculo dos custos operacionais do corredor bioceânico, onde se divide cada um dos itens avaliados no custo total como variáveis ou fixos.

Primeiramente, os dados referentes aos eventos de transporte serão separados em planilhas segundo as malhas ferroviárias.

Em seguida os registros serão classificados com base nos relatórios de Tarifas e Preços (ANTT, 2022) segundo as cinco categorias de cargas utilizadas (1-Combustíveis, Derivados do Petróleo e Álcool; 2- Indústria Siderúrgica, Cimento e Construção Civil; 3- Minério de Ferro; 4- Setor Agrícola, Extração Vegetal e Celulose; 5- Outras Mercadorias).

Na sequência, os eventos de transporte de uma mesma malha ferroviária e mesma categoria de carga serão separados por faixas quilométricas, com exclusão de eventuais *outliers*. Em seguida, os custos médios serão apurados por faixa quilométrica. Os custos médios por faixa quilométrica serão utilizados para a apuração da função de custo da ferrovia, por tipo de carga.

#### 3.2.2.1 Tratamento dos Dados

Conforme o Relatório de Tarifas e Preços (ANTT, 2022), para cada um dos fluxos de transporte, a base possui a tarifa de transporte, o preço cobrado pelas operações acessórias, quando aplicável, a mercadoria transportada e a distância percorrida, dentre outras informações. Com vistas à obtenção das estatísticas divulgadas no presente Relatório, cuja metodologia de cálculo é apresentada a seguir, calculou-se, para cada fluxo, a receita tarifária, a receita de operações acessórias, além da receita total, obtida pelo somatório das

duas quantidades. A receita tarifária de transporte de cada fluxo foi obtida a partir da multiplicação do valor da tarifa informada, em R\$ por TU,  $m^3$  ou contêineres, pela quantidade de carga transportada, em TU,  $m^3$  ou contêineres. Já a receita acessória de cada fluxo de transporte foi obtida pela multiplicação do preço cobrado pelas operações acessórias, em R\$ por TU,  $m^3$  ou contêineres, pela quantidade de carga, em TU,  $m^3$  ou contêineres. Além disso, os fluxos de transporte foram agrupados em faixas de distância e grupos de mercadorias. As faixas de distância consideradas foram as seguintes:

- 0 - 500 km;
- 500 - 1.000 km;
- 1.000 - 1.500 km;
- Superior a 1.500 km.

Os grupos de mercadoria utilizados foram:

- Combustíveis, Derivados do Petróleo e Alcool;
- Indústria Siderúrgica, Cimento e Construção Civil;
- Minério de Ferro;
- Setor Agrícola, Extração Vegetal e Celulose;
- Outras Mercadorias.

### **3.2.3 Fluxos de Transporte Removidos**

Conforme o Relatório de Tarifas e Preços (ANTT, 2022), para evitar inconsistências no cálculo das tarifas de transporte, os fluxos próprios foram removidos da base de dados utilizada para este relatório. A identificação dos referidos fluxos se deu por meio do número do CNPJ base do cliente/usuário, sendo considerado como fluxo próprio aqueles cujo CNPJ base do cliente/usuário corresponde ao da concessionária.

Ademais, o grupo “Outras Mercadorias” não foi incluído neste Relatório, devido ao baixo volume transportado durante o ano de 2022, e à alta variabilidade apresentada nos valores de tarifas e preços (ANTT, 2022).

## **CAPÍTULO 4 - ESTUDO DE CASO E ANÁLISE DOS RESULTADOS**

Para a realização do procedimento do estudo de caso, foi utilizada a metodologia de Lima (2001), que foi descrita anteriormente no capítulo 3 para o cálculo do custeio do transporte rodoviário e a metodologia adotada pela BNDES (2011) para o cálculo dos custos operacionais do corredor bioceânico, também descrita no capítulo 3 para o cálculo do custeio do transporte ferroviário, ambas as metodologias se resumem nas etapas de definição e classificação dos itens, realização dos cálculos e por último a etapa de comparação com a análise dos resultados obtidos pelo estudo de caso.

Na metodologia do cálculo dos custos das rotas do transporte rodoviário foram utilizados dados de uma empresa de transporte de cargas com sede em Aparecida de Goiânia/GO, que solicitou sigilo em relação a sua imagem, sendo essa nomeada nesse trabalho como empresa “X”. A empresa forneceu dados relacionados aos custos administrativos, as rotas e veículos utilizados para tais rotas. Esses dados foram fornecidos no mês de Agosto de 2023.

Para o cálculo dos custos das rotas do transporte ferroviário, foram utilizados dados de uma empresa de transporte de cargas com sede no Rio de Janeiro/RJ, que também solicitou sigilo em relação a sua imagem. Essa empresa será nomeada como empresa “Y” nesse trabalho. A empresa forneceu dados relacionados aos custos administrativos, suas rotas e veículos utilizados para tais rotas, esses dados foram fornecidos no mês de Setembro de 2023.

### **4.1 A EMPRESA RODOVIÁRIA: HISTÓRICO E DADOS DE CUSTO**

A empresa “X”, foi constituída em 2003, tendo como objetivo principal atender as demandas e corresponder às expectativas dos clientes, fortalecendo e ampliando a participação no *market share* dos principais *traders* no agronegócio brasileiro, indústria alimentícia, farmacêutica e bens de consumo. A empresa opera com frota dedicada a clientes, em conjunto com inúmeros agregados e diversos transportadores autônomos para atender aos clientes. Em sua frota utiliza-se cavalos mecânicos ligados a 2 semirreboques graneleiros, como esse que pode ser visualizado na figura 14 a seguir, e que são utilizados para o transporte de grãos no geral.

Figura 4.1 - Rodotrem Graneleiro



Fonte:Grupo Luna (2023)

A empresa “X” tem sua matriz localizada na cidade de Aparecida de Goiânia/GO e possui ao todo 14 filiais pelo País que são responsáveis por gerenciar os fretes que possuem origem em seus respectivos estados. Ao todo, a matriz e suas filiais possuem 150 funcionários que são responsáveis por uma frota composta por 200 veículos da própria empresa.

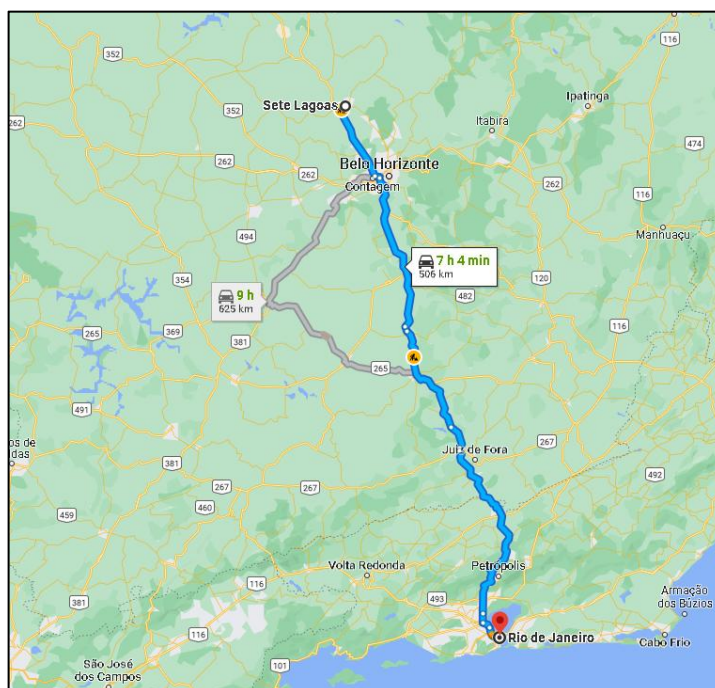
A manutenção dos veículos é realizada em oficinas terceirizadas, já que suas filiais não possuem espaço para um local de manutenção e mão de obra especializada para realizar esse tipo de serviço.

Para a realização desse estudo de caso, será aplicada a metodologia explicada no capítulo 3, que consiste em coletar, levantar e calcular os dados obtidos da empresa “X” para cada uma das duas rotas em estudo. Sendo possível estimar se a empresa apresentou lucro ou prejuízo financeiro. Por meio dessa análise econômica, a empresa pode decidir se é viável ou não continuar investindo nessas rotas.

Serão estudadas duas rotas realizadas pela empresa:

- Rota 1: Sete Lagoas/MG x Rio de Janeiro/RJ (506 km), figura 4.2:

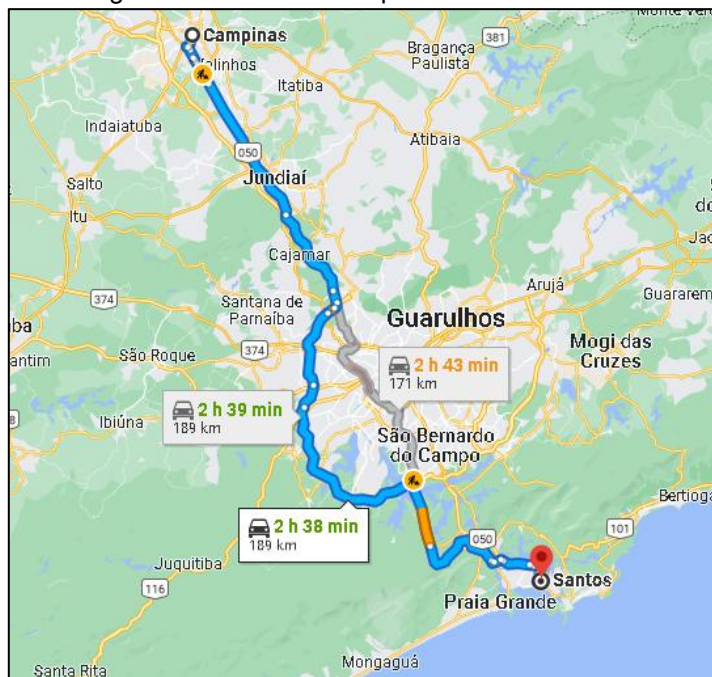
Figura 4.2 - Rota 1: Sete Lagoas/MG x Rio de Janeiro/RJ



Fonte: Google Maps (2023)

- Rota 2: Campinas/SP x Santos/SP (189 km), figura 4.3;

Figura 4.3 - Rota 2: Campinas/SP x Santos/SP



Fonte: Google Maps (2023)

#### 4.1.1 Custos Administrativos

Esses custos são calculados com base nos valores indiretos para manter a operação em funcionamento. Para isso, são consideradas as despesas de pessoal do escritório e material utilizado pelos mesmos e dos motoristas, como também o aluguel das filiais, pagamentos dos serviços dos contadores e advogados, entre outros, como é apresentado na tabela 4.

O custo com salários e os benefícios da equipe de escritório, é de R\$ 232.360,00/mês, considerando que são 150 funcionários executando diferentes funções como: gerente de logística, coordenador de operações, rastreamento, auxiliar de logística, gerente financeiro, recursos humanos, auxiliar administrativo, secretária e analista de logística.

Em relação aos motoristas, estes trabalham 220 horas por mês, totalizando 44 horas semanais. O salário dos motoristas é de R\$ 2.100,00 fixo, R\$ 700,00 de vale alimentação e em média R\$ 364,00 de vale transporte, portanto, os salários e benefícios de todos os motoristas somam R\$ 632.800,00 por mês. Os motoristas trabalham cumprindo carga horária de acordo com a Lei do motorista nº 13.103 em vigor desde 2 de março de 2015, a qual se limita que dentro de 24 horas, 11 horas devem ser reservadas para descanso, sendo 8 horas ininterruptas de pernoite, 1 hora de refeição e 30 minutos de descanso a cada 5 horas e 30 de minutos de direção (BRASIL,2015).

Em relação ao aluguel e despesas das filiais e da sede, o valor é de R\$ 131.624,50/mês. Os materiais de escritório e papelaria totalizam R\$ 15.000,00/mês e contadores e advogados R\$ 8.900,00/mês.

Os custos administrativos totalizam R\$ 1.020.684,50/mês. De acordo com o método do rateio em função da frota veicular de LIMA (2001), em que se divide o valor total dos custos administrativos pelo número de veículos que compõem a frota, e como a empresa possui em sua frota um total de 200 veículos, o valor unitário da variável 'Custos Administrativos' é de R\$ 5.103,42/mês.

Tabela 4.1- Custos Administrativos

| <b>Custos administrativos</b>             |                |                 |
|-------------------------------------------|----------------|-----------------|
| Descrição                                 | Unidade        | Despesa         |
| Salários e Benefícios - Equipe Escritório | R\$/mês        | 232.360,00      |
| Salários e Benefícios - Motoristas        | R\$/mês        | 632.800,00      |
| Aluguel e Despesas (Matriz e Filiais)     | R\$/mês        | 131.624,50      |
| Materiais de Escritório e Papelaria       | R\$/mês        | 15.000,00       |
| Contadores e Advogados                    | R\$/mês        | 8.900,00        |
| Total                                     | R\$/mês        | 1.020.684,50    |
| <b>Custos administrativos Unitário</b>    | <b>R\$/mês</b> | <b>5.103,42</b> |

Fonte: Elaborado pelos autores

#### **4.1.2 Ficha Técnica: Cavalos Mecânicos e Carretas Semirreboque**

O cavalo mecânico utilizado na frota da empresa é da marca Volvo, modelo FH540 6x4T do ano de 2023. As especificações informadas pela empresa são as seguintes:

- Valor de aquisição: R\$ 1.028.220,00
- Vida útil: 120 meses ou 5 anos
- Valor residual: R\$ 110.404,28
- Rendimento Geral: 1,56 km/litro
- Tipo de óleo: 15W40 ou 10W40
- Capacidade de óleo: 33 litros
- Intervalo entre troca de óleo: 15.000 km
- Tipo de combustível: Diesel S-10
- Capacidade tanque de combustível: 495 litros
- Número de eixos: 3
- Número de pneus: 10
- Rodas: 8,25x22,5"
- Pneus: 295/80R22,5"
- Número de recapagens: 2
- Intervalo entre troca de pneu/recapagem: 145.000 km

Para o transporte de trigo, são atrelados ao cavalo mecânico dois semirreboques graneleiros da Guerra do ano de 2020. As especificações são as seguintes:

Valor de aquisição:

- Valor de aquisição: R\$ 425.000,00
- Vida útil: 240 meses ou 10 anos
- Valor residual: R\$ 45.634,03
- Volume útil: 184m<sup>3</sup>
- Capacidade de carga: 74 toneladas
- Número de eixos: 6
- Número de pneus: 24
- Rodas: 8,25x22,5"

- Pneus: Goodyear 12Rx22,5"
- Número de recapagens: 2
- Intervalo entre troca de pneu/recapagem: 145.000 km

#### 4.1.3 IPVA e Seguro Obrigatório

Em 2023 o valor do IPVA do cavalo mecânico foi de R\$ 10.282,20 e o seguro obrigatório (DPVAT) foi isento para todos os veículos no ano de 2023.

A carreta, por ser semirreboque está isenta de pagar o IPVA e o seguro obrigatório.

#### 4.1.4 Taxa de Oportunidade

A taxa de oportunidade adotada para o cálculo foi a taxa repassada pelo escritório de contabilidade que presta serviços para a empresa que é de 12% ao ano.

### 4.2 CÁLCULOS DA PLANILHA DE CUSTO DAS ROTAS RODOVIÁRIAS

#### 4.2.1 Rota 1: Sete Lagoas/MG x Rio de Janeiro/RJ

##### ◆ Planilha de Custos

Os dados apresentados a seguir na Tabela 4.2, de acordo com o método proposto por LIMA (2001), e que dizem respeito aos dados dos custos relacionados a Rota 1 realizada frequentemente pela empresa "x", onde se considera os dados de entrada (*input*) e dados de saída (*output*).

Tabela 4.2 - Planilha de Custos: Input dos Dados da Rota 1

| Input de Dados - Rota 1            |          |          |
|------------------------------------|----------|----------|
| <b>Custos da empresa</b>           |          |          |
| Salário do motorista               | R\$/mês  | 2.100,00 |
| Hora de trabalho/mês               | h.h/mês  | 220      |
| Encargos e benefícios do motorista | R\$/mês  | 1.064,00 |
| Taxa de oportunidade               | % a.a    | 12%      |
| Custos administrativos             | R\$/mês  | 5.103,42 |
| <b>Dados do veículo</b>            |          |          |
| Consumo de combustível             | Km/litro | 1,56     |
| Intervalo entre troca de óleo      | Km       | 15.000   |
| Litros de óleo por troca           | litros   | 33       |

|                                            |        |          |
|--------------------------------------------|--------|----------|
| Litros de óleo lubrificante por troca      | litros | 27       |
| Intervalo entre troca de óleo lubrificante | Km     | 50.000   |
| Número de pneus                            |        | 34       |
| Intervalo entre troca de pneu/ recapagem   | Km     | 145.000  |
| Número de recapagens                       |        | 2        |
| Custos de manutenção                       | R\$/Km | R\$ 0,16 |

---

**Dados de mercado**


---

|                                       |           |              |
|---------------------------------------|-----------|--------------|
| Valor de aquisição do veículo         | R\$       | 1.028.220,00 |
| Vida útil do veículo                  | meses     | 120          |
| Valor residual do veículo             | R\$       | 110.404,28   |
| Valor de aquisição da carreta         | R\$       | 425.000,00   |
| Vida útil da carreta                  | meses     | 240          |
| Valor residual da carreta             | R\$       | 45.634,03    |
| Preço do óleo                         | R\$/litro | 920,00       |
| Preço do óleo de câmbio e diferencial | R\$       | 1.134,00     |
| Preço do combustível                  | R\$/litro | 6,22         |
| Preço do pneu                         | R\$       | 2.400,00     |
| Preço da recapagem                    | R\$       | 800,00       |
| IPVA / Seguro obrigatório             | R\$/ano   | 10.282,20    |

---

Fonte: Elaborado pelos autores

Com base nos dados da tabela 4.2, foi realizado o cálculo dos itens de custo e os valores unitários dos custos fixos e variáveis, que são apresentados na Tabela 4.3 a seguir.

Tabela 4.3 - Planilha de Custos: Output dos Dados Rota 1

| <b>Output de Dados - Rota 1</b>   |         |           |
|-----------------------------------|---------|-----------|
| <b>Itens de custo fixo</b>        |         |           |
| Depreciação do veículo            | R\$/mês | 7.648,46  |
| Remuneração de capital do veículo | R\$/mês | 9.756,57  |
| Depreciação da carreta            | R\$/mês | 1.580,69  |
| Remuneração do capital da carreta | R\$/mês | 4.032,74  |
| Mão de obra                       | R\$/mês | 3.164,00  |
| IPVA / Seguro Obrigatório         | R\$/mês | 856,85    |
| CF                                | R\$/mês | 13.162,45 |
| Custos administrativos            | R\$/mês | 5.103,42  |
| CF c/ Custos administrativos      | R\$/mês | 18.265,87 |
| <b>Itens de custo variável</b>    |         |           |
| Combustível                       | R\$/Km  | 3,99      |
| óleo de cârter e diferencial      | R\$/Km  | 0,05      |
| Pneu                              | R\$/Km  | 0,94      |

|                                  |          |       |
|----------------------------------|----------|-------|
| Manutenção                       | R\$/Km   | 0,16  |
| Custo variável                   | R\$/Km   | 5,14  |
| <hr/>                            |          |       |
| <b>Custos fixos (R\$/hora)</b>   | R\$/hora | 83,03 |
| <b>Custos Variáveis (R\$/km)</b> | R\$/Km   | 5,14  |

Fonte: Elaborado pelos autores

### ◆ Custeio da Rota e Valor do Frete

A partir dos valores unitários obtidos do custo fixo e variável, o próximo passo foi o cálculo do custeio da Rota 1. Para tal, é apresentado na Tabela 4.4 os custos, velocidade operacional (Vop) e velocidade comercial (Vcom) obtidos na Rota 1.

Tabela 4.4 - Custos e Velocidades da Rota 1

| <b>Cálculo do custo fixo, custo variável e velocidades da Rota 1</b> |               |                       |                         |                             |                                |            |             |
|----------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------------|--------------------------------|------------|-------------|
| Rota                                                                 | Extensão (Km) | Custo fixo (R\$/hora) | Custo Variável (R\$/Km) | Tempo efetivo de viagem (h) | Tempo de parada do veículo (h) | Vop (Km/h) | Vcom (Km/h) |
| 1                                                                    | 506           | R\$ 83,03             | R\$ 5,14                | 9,28                        | 1,5                            | 54,5       | 47,21       |

Fonte: Elaborado pelos autores

Ao final, o custeio da Rota 1 é apresentado na Tabela 4.5 a seguir.

Tabela 4.5 - Custeio da rota 1

| <b>Cálculo do Custeio da rota Pesquisada</b> |               |                       |                         |
|----------------------------------------------|---------------|-----------------------|-------------------------|
| Rota                                         | Extensão (Km) | Custeio da Rota (R\$) | Custo Unitário (R\$/km) |
| 1                                            | 506           | R\$ 3.494,06          | 6,91                    |

Fonte: Elaborado pelos autores

O valor do frete cobrado pela empresa é tabelado em comum acordo com o cliente, ou seja, não há a necessidade do cálculo do frete pela transportadora. A tarifa para a rota 1, que possui uma extensão de 506 km é de R\$ 14,00/km. Totalizando um frete de R\$ 7.084,00, e R\$ 3.589,94 de lucro por viagem.

#### 4.2.2 Rota 2: Campinas/SP x Santos/SP

##### ◆ Planilha de Custos

Os dados apresentados a seguir na Tabela 4.6, de acordo com o método proposto por LIMA (2001), e que dizem respeito aos dados dos custos relacionados a Rota 2 realizada frequentemente pela empresa “x”, onde se considera os dados de entrada (*input*) e dados de saída (*output*).

Tabela 4.6 - Planilha de Custos: Input dos Dados da Rota 2

| Input de Dados - Rota 2                    |           |              |
|--------------------------------------------|-----------|--------------|
| <b>Custos da empresa</b>                   |           |              |
| Salário do motorista                       | R\$/mês   | 2.100,00     |
| Hora de trabalho/mês                       | h.h/mês   | 220          |
| Encargos e benefícios do motorista         | R\$/mês   | 1.064,00     |
| Taxa de oportunidade                       | % a.a     | 12%          |
| Custos administrativos                     | R\$/mês   | 5.103,42     |
| <b>Dados do veículo</b>                    |           |              |
| Consumo de combustível                     | Km/litro  | 1,64         |
| Intervalo entre troca de óleo              | Km        | 15.000       |
| Litros de óleo por troca                   | litros    | 33           |
| Litros de óleo lubrificante por troca      |           | 27 L         |
| Intervalo entre troca de óleo lubrificante | Km        | 50.000       |
| Número de pneus                            |           | 34           |
| Intervalo entre troca de pneu/ recapagem   | Km        | 145.000      |
| Número de recapagens                       |           | 2            |
| Custos de manutenção                       | R\$/Km    | 0,16         |
| <b>Dados de mercado</b>                    |           |              |
| Valor de aquisição do veículo              | R\$       | 1.028.220,00 |
| Vida útil do veículo                       | meses     | 120          |
| Valor residual do veículo                  | R\$       | 110.404,28   |
| Valor de aquisição da carreta              | R\$       | 425.000,00   |
| Vida útil da carreta                       | meses     | 240          |
| Valor residual da carreta                  | R\$       | 45.634,03    |
| Preço do óleo                              | R\$/litro | 920,00       |
| Preço do óleo de câmbio e diferencial      | R\$       | 1.134,00     |
| Preço do combustível                       | R\$/litro | 6,22         |
| Preço do pneu                              | R\$       | 2.400,00     |
| Preço da recapagem                         | R\$       | 800,00       |
| IPVA / Seguro obrigatório                  | R\$/ano   | 10.282,20    |

Fonte: Elaborado pelos autores

Com base nos dados da tabela 4.6, foi realizado o cálculo dos itens de custo e os valores unitários dos custos fixos e variáveis, que são apresentados na Tabela 4.7 a seguir.

Tabela 4.7 - Planilha de Custos: Output dos Dados da Rota 2

| <b>Output de Dados - Rota 2</b>   |          |           |
|-----------------------------------|----------|-----------|
| <b>Itens de custo fixo</b>        |          |           |
| Depreciação do veículo            | R\$/mês  | 7.648,46  |
| Remuneração de capital do veículo | R\$/mês  | 9.756,57  |
| Depreciação da carreta            | R\$/mês  | 1.580,69  |
| Remuneração do capital da carreta | R\$/mês  | 4.032,74  |
| Mão de obra                       | R\$/mês  | 3.164,00  |
| IPVA / Seguro Obrigatório         | R\$/mês  | 856,85    |
| CF                                | R\$/mês  | 13.162,45 |
| Custos administrativos            | R\$/mês  | 5.103,42  |
| CF c/ Custos administrativos      | R\$/mês  | 18.265,87 |
| <b>Itens de custo variável</b>    |          |           |
| Combustível                       | R\$/Km   | 3,79      |
| óleo de cárter e diferencial      | R\$/Km   | 0,05      |
| Pneu                              | R\$/Km   | 0,94      |
| Manutenção                        | R\$/Km   | 0,16      |
| Custo variável                    | R\$/Km   | 4,94      |
| <b>Custos fixos (R\$/hora)</b>    | R\$/hora | 83,03     |
| <b>Custos Variáveis (R\$/km)</b>  | R\$/Km   | 4,94      |

Fonte: Elaborado pelos autores

### ◆ Custeio da Rota e Valor do Frete

Com base nos valores unitários dos custos fixos e variáveis, foi realizado o cálculo do custeio da Rota 2. Que está apresentado na Tabela 4.8 em conjunto com a velocidade operacional (Vop) e velocidade comercial (Vcom) obtidos na Rota 2.

Tabela 4.8 - Custos e Velocidades da Rota 2

| <b>Cálculo do custo fixo, custo variável e velocidades da Rota 2</b> |               |                       |                         |                             |                                |            |             |
|----------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------------|--------------------------------|------------|-------------|
| Rota                                                                 | Extensão (Km) | Custo fixo (R\$/hora) | Custo Variável (R\$/Km) | Tempo efetivo de viagem (h) | Tempo de parada do veículo (h) | Vop (Km/h) | Vcom (Km/h) |
| 2                                                                    | 190           | R\$ 83,03             | R\$ 4,94                | 3,05                        | 0,5                            | 62,2       | 58,7        |

Fonte: Elaborado pelos autores

Ao final, o custeio da Rota 2 é apresentado na Tabela 4.9 a seguir.

Tabela 4.9 - Custeio da Rota 2

| <b>Cálculo do Custeio da rota Pesquisada</b> |               |                          |                         |
|----------------------------------------------|---------------|--------------------------|-------------------------|
| Rota                                         | Extensão (Km) | Custeio da Rota (R\$/km) | Custo Unitário (R\$/km) |
| 2                                            | 190           | R\$ 1.233,96             | 6,49                    |

Fonte: Elaborado pelos autores

O valor do frete cobrado pela empresa também é tabelado pelo cliente,. A tarifa para a rota 2, que possui uma extensão de 190 km é de R\$ 13,70/km. O valor do frete para essa rota é de R\$ 2.603,00, e um lucro de R\$ 1.369,04 por viagem.

#### 4.2.3 Resultados dos Custos e Fretes das Rotas 1 e 2

Os resultados principais em relação aos custos das rotas 1 e 2 são apresentados a seguir, na Tabela 4.10 com suas respectivas tarifas e valores de frete. Os valores de frete foram calculados através dos valores das tarifas em reais por quilômetro (R\$/Km) multiplicando-se os mesmos pelas suas respectivas extensões em quilômetros (Km) para se obter o valor do frete em reais (R\$).

Tabela 4.10 - Resultados dos Valores de Cada Rota

| <b>Resultados Finais</b> |               |                       |                         |                       |                         |                 |             |
|--------------------------|---------------|-----------------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|-----------------|-------------|
| Rota                     | Extensão (km) | Custo Fixo (R\$/hora) | Custo Variável (R\$/Km) | Custeio de Rota (R\$) | Custo Unitário (R\$/Km) | Tarifa (R\$/Km) | Frete (R\$) |
| 1                        | 506           | 83,03                 | 5,14                    | 3.494,06              | 6,91                    | 14,00           | 7.084,00    |
| 2                        | 190           | 83,03                 | 4,94                    | 1.233,96              | 6,49                    | 13,70           | 2.603,00    |

Fonte: Elaborado pelos autores

#### 4.3 A EMPRESA FERROVIÁRIA: HISTÓRICO E DADOS DE CUSTO

A operadora logística atua no mercado desde que foi criada em 1996, administrando uma malha ferroviária de 1.643 km nos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo. A empresa transporta diferentes tipos de cargas por meio de suas ferrovias, entre as principais cargas transportadas estão: contêineres, cimento, siderúrgicos, agrícolas, coque, carvão, bauxita e minério de ferro. A malha administrada pela empresa tem uma relevância

econômica por conectar regiões produtoras de commodities minerais e agrícolas e alguns dos principais parques industriais dessas regiões aos maiores portos da região Sudeste.

Para atender a essa demanda a empresa conta em sua frota com 770 locomotivas e cerca de 19 mil vagões, para o transporte de grãos nas rotas 1 e 2 são utilizados comboios como o da figura 4.4 a seguir.

Figura 4.4 - Transporte Ferroviário de Grãos



Fonte: Movenews (2021)

A empresa “Y” tem a sua matriz localizada na cidade do Rio de Janeiro/RJ e possui diversos pátios, pontos de apoio e de abastecimento distribuídos ao longo de sua malha, e conta com aproximadamente 6 mil colaboradores diretos e cerca de 3 mil indiretos.

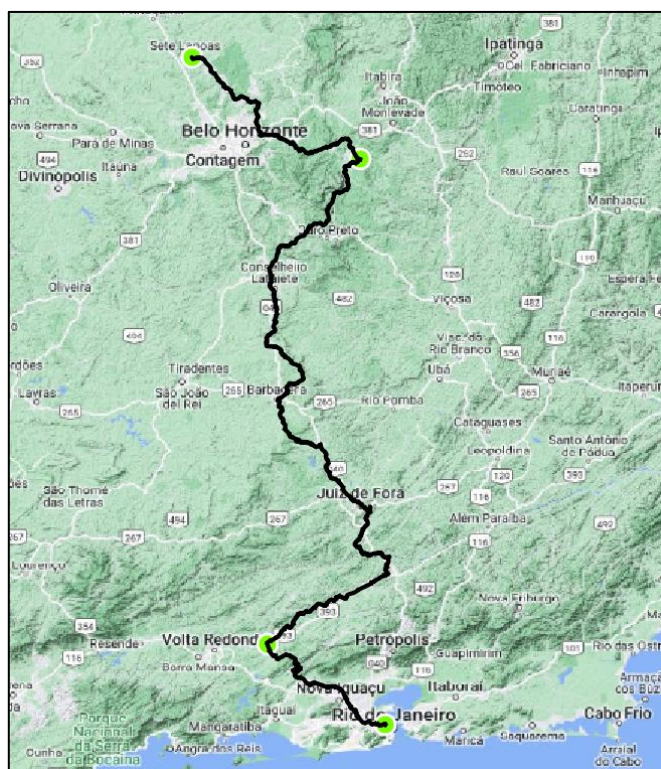
A manutenção das locomotivas, vagões e da malha ferroviária é realizada pela própria equipe da empresa, que é dividida de acordo com a necessidade de operação de cada um dos trechos realizados pela empresa.

Para a realização do estudo de caso das duas rotas selecionadas, foi aplicada a metodologia utilizada pelo BNDES, que visa à obtenção de valores unitários em toneladas por quilômetro útil (tku) dos custos e despesas operacionais para cada um dos dois trechos selecionados da malha ferroviária administrada pela empresa “Y”, onde se tem como base os níveis de capacidade/demanda de cada um desses trechos, como explicado anteriormente. A empresa por meio desses dados, também pode decidir se é viável ou não continuar investindo nessas rotas.

Serão estudadas as duas seguintes rotas realizadas pela empresa:

- Rota 1: Sete Lagoas/MG x Rio de Janeiro/RJ (715 km - 93 horas *transit-time*), que é realizada 4 vezes por semana, figura 4.5:

Figura 4.5 - Rota 1: Sete Lagoas/MG x Rio de Janeiro/RJ



Fonte: QGIS (2023)

- Rota 2: Campinas/SP x Santos/SP (189 km - 24 horas *transit-time*), que é realizada 10 vezes por semana, figura 4.6:

Figura 4.6 - Rota 2: Campinas/SP x Santos/SP



Fonte: QGIS (2023)

### 4.3.1 Ficha Técnica: Locomotivas e Vagões

As locomotivas utilizadas para operar em ambas as rotas são da marca General Electric, modelo AC44i com tração de corrente alternada. As locomotivas foram adquiridas em diferentes lotes entre 2008 e 2017. A seguir, pode-se observar algumas especificações técnicas dos veículos, segundo informações da empresa:

- Valor de aquisição: US\$ 2.000.000,00
- Bitola: 1.600 mm ou 1,60 m
- Comprimento: 22.300 mm
- Largura: 4.724 mm
- Peso da locomotiva: 198.000 Kg
- Tipo de combustível: Diesel
- Velocidade máxima: 113 km/h
- Potência total: 4.500 hp
- Potência disponível para tração: 4.380 hp

Para realizar o transporte de grãos são utilizados vagões do modelo *hopper*, da marca Randon adquiridos entre os anos de 2007 até os dias atuais. A seguir, pode-se observar algumas especificações técnicas desses implementos que são acoplados as locomotivas para a operação:

- Valor de aquisição: US\$ 109.986,00
- Bitola: 1.600 mm ou 1,60 m
- Capacidade Nominal: 86.000 Kg
- Volume útil: 122 m<sup>3</sup>

### 4.3.2 Produção Anual

Para aplicar o método para as rotas 1 e 2 é necessário que sejam calculadas suas respectivas produções anuais em toneladas por quilômetro útil por ano (TKU/ano), que é a medida utilizada no transporte ferroviário para avaliar o desempenho e a eficiência operacional, que leva em conta a capacidade de transporte, sua eficiência e a produtividade do trecho em questão. O cálculo da produção anual em TKU por ano envolve variáveis como o volume de carga movimentada, a distância percorrida e a capacidade de carga dos trens, como mostra a equação 5.1 a seguir:

$$\text{Produção anual} = \frac{(\text{Toneladas Transportadas (t)} \times \text{Distância Média Percorrida (km)})}{1.000} \quad (5.1)$$

## 4.4 CÁLCULOS DA PLANILHA DE CUSTOS DAS ROTAS FERROVIÁRIAS

#### 4.4.1 Custos de Equipagens

As duas rotas por operarem com trens considerados curtos (30 e 54 vagões) não necessitam de maquinista auxiliar, enquanto que a quantidade de maquinistas em cada rota é relacionada com a produção anual, com a quantidade de locomotivas que compõem a frota para atender a demanda, a frequência semanal e a quantidade de horas trabalhadas por tempo de viagem.

A jornada de trabalho da equipagem é de 8 horas (onde já estão incluídos os tempos necessários para assumir o comando da locomotiva e partir com o trem), com um intervalo mínimo de 12 horas para descanso. Totalizando cerca de 176 horas de trabalho por mês, e o salário de um maquinista somado com seus benefícios da empresa “Y” é de US\$ 40.000,00/ano, cerca de US\$ 3.333,33/mês. Enquanto que o salário somado aos benefícios de um auxiliar de maquinista é de US\$ 25.000,00/ano, ou cerca de US\$ 2.083,33/mês.

- Rota 1 (Sete Lagoas/MG x Rio de Janeiro/RJ)

Essa rota é composta por 8 locomotivas, sendo 1 locomotiva de manobras. Para operar tais locomotivas a rota conta com 12 maquinistas que totalizam um custo anual de US\$ 480.000,00/ano e um custo de equipagem por tonelada km de US\$ 0,00199/tku, como é mostrado na tabela 4.11 abaixo:

Tabela 4.11 - Custo de Equipagem Rota 1

| <b>Custo de Equipagem - Rota 1</b>     | <b>Unidades</b> | <b>Valores</b>    |
|----------------------------------------|-----------------|-------------------|
| <b>Salário anual</b>                   |                 |                   |
| Salário Bruto anual de maquinista      | US\$/homem      | 40.000,00         |
| Salário bruto anual de auxiliar        | US\$/homem      | 25.000,00         |
| <b>Equipagem</b>                       |                 |                   |
| Maquinista                             | homem           | 12                |
| Auxiliar                               | homem           | 0                 |
| <b>Custo anual equipagem</b>           | <b>US\$/ano</b> | <b>480.000,00</b> |
| Produção anual                         | tku mil/ano     | 240.926           |
| <b>Custo equipagem por tonelada km</b> | <b>US\$/tku</b> | <b>0,00199</b>    |

Fonte: Elaborado pelos autores

- Rota 2 (Campinas/SP x Santos/SP)

Essa rota é composta por 17 locomotivas, sendo 1 locomotiva de manobras. Para operar tais locomotivas a rota conta com 24 maquinistas que totalizam um custo anual de

US\$ 960.000,00/ano e um custo de equipagem por tonelada km de US\$ 0,00338/tku, como é mostrado na tabela 4.12 abaixo:

Tabela 4.12 - Custo de Equipagem Rota 2

| <b>Custo de Equipagem - Rota 2</b>     | <b>Unidades</b> | <b>Valores</b>    |
|----------------------------------------|-----------------|-------------------|
| <b>Salário anual</b>                   |                 |                   |
| Salário Bruto anual de maquinista      | US\$/homem      | 40.000,00         |
| Salário bruto anual de auxiliar        | US\$/homem      | 25.000,00         |
| <b>Equipagem</b>                       |                 |                   |
| Maquinista                             | homem           | 24                |
| Auxiliar                               | homem           | 0                 |
| <b>Custo anual equipagem</b>           | <b>US\$/ano</b> | <b>960.000,00</b> |
| Produção anual                         | tku mil/ano     | 284.135           |
| <b>Custo equipagem por tonelada km</b> | <b>US\$/tku</b> | <b>0,00338</b>    |

Fonte: Elaborado pelos autores

#### 4.4.2 Custos Seguros de Locomotivas

O cálculo do custo anual com o seguro das locomotivas das frotas é tabelado pela seguradora com o valor de 1% ao ano em relação ao valor de aquisição de cada locomotiva assegurada que é de US\$ 2.000.000,00, totalizando US\$ 20.000,00/ano e US\$ US\$ 1.666,67/mês de seguro para cada locomotiva.

- Rota 1 (Sete Lagoas/MG x Rio de Janeiro/RJ)

O custo anual com o seguro das locomotivas que operam nessa rota totalizou um valor de US\$ 160.000,00/ano ou US\$ 0,00066/tku como pode ser observado na Tabela 4.13 abaixo:

Tabela 4.13 - Custos Seguro de Locomotivas Rota 1

| <b>Custos Seguro de Locomotivas - Rota 1</b>   | <b>Unidades</b> | <b>Valores</b> |
|------------------------------------------------|-----------------|----------------|
| Frota                                          | locomotiva      | 8              |
| US\$/dia                                       | US\$/dia        | 54,7           |
| Dias/ano                                       | dias/ano        | 365            |
| Subtotal                                       | US\$/ano        | 160.000,00     |
| Produção anual                                 | mil tku/ano     | 240.926        |
| <b>Custo seguro locomotiva por tonelada km</b> | <b>US\$/tku</b> | <b>0,00066</b> |

Fonte: Elaborado pelos autores

- Rota 2 (Campinas/SP x Santos/SP)

O custo anual com o seguro das locomotivas que operam nessa rota totalizou um valor de US\$ 640.000,00/ano ou US\$ 0,00225/tku como pode ser observado na Tabela 4.14 abaixo:

Tabela 4.14 - Custos Seguro de Locomotivas Rota 2

| <b>Custos Seguro de Locomotivas - Rota 2</b>   | <b>Unidades</b> | <b>Valores</b> |
|------------------------------------------------|-----------------|----------------|
| Frota                                          | locomotiva      | 17             |
| US\$/dia                                       | US\$/dia        | 54,7           |
| Subtotal                                       | US\$/ano        | 339.413,50     |
| Produção anual                                 | mil tku/ano     | 284.135        |
| <b>Custo seguro locomotiva por tonelada km</b> | <b>US\$/tku</b> | <b>0,00119</b> |

Fonte: Elaborado pelos autores

#### 4.4.3 Custos Seguros de Vagões

- Rota 1 (Sete Lagoas/MG x Rio de Janeiro/RJ)

O cálculo do custo anual com o seguro dos vagões das frota é tabelado pela seguradora com o valor de 0,75% ao ano em relação ao valor de aquisição de cada vagão assegurado que é de US\$109.986,00 totalizando US\$ 824,90/ano por vagão e US\$ 68,74/mês de seguro para cada vagão.

Como a frota de vagões dessa rota é composta por 150 vagões, o custo anual com seguro é de US\$ 123.735,00/ano ou US\$ 0,00051/tku como pode-se observar na tabela 4.15 abaixo.

Tabela 4.15 - Custos Seguro de Vagões Rota 1

| <b>Custos Seguro de Vagões - Rota 1</b>   | <b>Unidades</b> | <b>Valores</b> |
|-------------------------------------------|-----------------|----------------|
| Frota                                     | vagão           | 150            |
| US\$/dia                                  | US\$/dia        | 2,26           |
| Subtotal                                  | US\$/ano        | 123.735,00     |
| Produção anual                            | mil tku/ano     | 240.926        |
| <b>Custo seguro vagão por tonelada km</b> | <b>US\$/tku</b> | <b>0,00051</b> |

Fonte: Elaborado pelos autores

- Rota 2 (Campinas/SP x Santos/SP)

O cálculo do custo anual com o seguro dos vagões da frota que opera a rota 2 também é tabelado pela seguradora com o mesmo valor de 0,75% ao ano sobre o valor de aquisição de cada vagão. Sendo assim, a frota de vagões dessa rota que é composta por 432 vagões

tem um custo anual com seguro de US\$ 356.356,80/ano ou US\$ 0,00125/tku como pode ser visualizado na tabela 4.16 a seguir.

Tabela 4.16 - Custo seguro de vagões Rota 2.

| <b>Custos Seguro de Vagões - Rota 2</b>   | <b>Unidades</b> | <b>Valores</b> |
|-------------------------------------------|-----------------|----------------|
| Frota                                     | vagão           | 432            |
| US\$/dia                                  | US\$/dia        | 2,26           |
| Subtotal                                  | US\$/ano        | 356.356,80     |
| Produção anual                            | mil tku/ano     | 284.135        |
| <b>Custo seguro vagão por tonelada km</b> | <b>US\$/tku</b> | <b>0,00125</b> |

Fonte: Elaborado pelos autores

#### 4.4.4 Custos Manutenção de Sistemas de Sinalização e Telecomunicação

Os custos com a manutenção de sistemas de sinalização e telecomunicação é composto pelas despesas com pessoal, serviços e materiais, peças e equipamentos, veículos e outros. O sistema de sinalização e telecomunicações utilizado nos trechos é conhecido como “Auto-track” para o licenciamento dos trens e o sistema denominado “rádio terra-trem” que permite que o maquinista se comunique por rádio com as estações mais próximas e com o CCO.

- Rota 1 (Sete Lagoas/MG x Rio de Janeiro/RJ)

Os custos com cada uma das atividades para a rota 1 podem ser visualizados abaixo na tabela 4.17, o custo anual total de material e serviços é de US\$ 1.316.461,00/ano e o custo anual total de pessoal é de US\$ 1.220.000,00/ano, que somados totalizaram um custo anual total de manutenção dos sistemas de sinalização e telecomunicação de US\$ 2.536.461,00/ano, ou US\$ 0,01053/tku.

Tabela 4.17 - Material e Serviços Rota 1

| <b>Material e Serviços - Rota 1</b>                                | <b>Unidades</b> | <b>Valores</b>      |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------|
| Sinalização e telecomunicações                                     | US\$/mês        | 37.205,00           |
| Peças e equipamentos                                               | US\$/ano        | 286.189,00          |
| Veículos                                                           | US\$/mês        | 28.618,00           |
| Diversos                                                           | US\$/mês        | 20.033,00           |
| Sinalização e telecomunicações                                     | US\$/ano        | 446.460,00          |
| Peças e equipamentos                                               | US\$/ano        | 286.189,00          |
| Veículos                                                           | US\$/ano        | 343.416,00          |
| Diversos                                                           | US\$/ano        | 240.396,00          |
| <b>Custo anual total de material e serviços Efetivo de Pessoal</b> | <b>US\$/ano</b> | <b>1.316.461,00</b> |

|                                                     |                 |                     |
|-----------------------------------------------------|-----------------|---------------------|
| Efetivo de pessoal técnico                          | homem/ano       | 58                  |
| Salário anual bruto de pessoal técnico              | US\$/H ano      | 20.000,00           |
| Gerente                                             | homem/ano       | 1                   |
| Salário anual bruto de gerente                      | US\$/ano        | 60.000,00           |
| <b>Custo anual total de pessoal</b>                 | <b>US\$/ano</b> | <b>1.220.000,00</b> |
| <b>Custo anual total de manutenção dos sistemas</b> | <b>US\$/ano</b> | <b>2.536.461,00</b> |
| Produção anual                                      | mil tku/ano     | 240.926,40          |
| <b>Custos sistemas eletroeletrônicos</b>            | <b>US\$/tku</b> | <b>0,01053</b>      |

Fonte: Elaborado pelos autores

● Rota 2 (Campinas/SP x Santos/SP)

Os custos com cada uma das atividades para a rota 2 podem ser visualizados abaixo na tabela 4.18, o custo anual total de material e serviços é de US\$ 320.361,00/ano e o custo anual total de pessoal é de US\$ 340.000,00/ano, que somados totalizaram um custo anual total de manutenção dos sistemas de sinalização e telecomunicação de US\$ 660.361,00/ano, ou US\$ 0,00232/tku.

Tabela 4.18 - Material e Serviços Rota 2

| <b>Material e Serviços - Rota 2</b>                 | <b>Unidades</b> | <b>Valores</b>    |
|-----------------------------------------------------|-----------------|-------------------|
| Sinalização e telecomunicações                      | US\$/mês        | 9.054,00          |
| Peças e equipamentos                                | US\$/ano        | 69.645,00         |
| Veículos                                            | US\$/mês        | 6.964,00          |
| Diversos                                            | US\$/mês        | 4.875,00          |
| Sinalização e telecomunicações                      | US\$/ano        | 108.648,00        |
| Peças e equipamentos                                | US\$/ano        | 69.645,00         |
| Veículos                                            | US\$/ano        | 83.568,00         |
| Diversos                                            | US\$/ano        | 58.500,00         |
| <b>Custo anual total de material e serviços</b>     | <b>US\$/ano</b> | <b>320.361,00</b> |
| <b>Efetivo de Pessoal</b>                           |                 |                   |
| Efetivo de pessoal técnico                          | homem/ano       | 14                |
| Salário anual bruto de pessoal técnico              | US\$/H ano      | 20.000,00         |
| Gerente                                             | homem/ano       | 1                 |
| Salário anual bruto de gerente                      | US\$/ano        | 60.000,00         |
| <b>Custo anual total de pessoal</b>                 | <b>US\$/ano</b> | <b>340.000,00</b> |
| <b>Custo anual total de manutenção dos sistemas</b> | <b>US\$/ano</b> | <b>660.361,00</b> |
| Produção anual                                      | mil tku/ano     | 284.135,04        |
| <b>Custos sistemas eletroeletrônicos</b>            | <b>US\$/tku</b> | <b>0,00232</b>    |

Fonte: Elaborado pelos autores

#### 4.4.5 Operação de Pátios, CCO e Postos de Abastecimento

O cálculo dos custos de operação de pátios, CCO e postos de abastecimento compreende os gastos com o quantitativo de pessoal que trabalha em cada uma dessas centrais e suas respectivas quantidades.

- Rota 1 (Sete Lagoas/MG x Rio de Janeiro/RJ)

A rota 1 possui 4 estações que funcionam 3 turnos por dia com 2 homens por turno, totalizando um efetivo técnico de 24 homens, com um salário médio anual de US\$ 20.000,00 cada, o custo anual das estações dessa rota é de US\$ 480.000,00/ano. Com 3 pátios de manobras e revistas, que operam 3 turnos por dia com 5 homens por turno, totalizando um efetivo técnico de manobras e revistas de 30 homens com um salário médio anual de US\$ 18.000,00 cada, o custo anual dos pátios de manobras e revistas dessa rota é de US\$ 540.000,00/ano.

Em relação aos pátios de CCO, a rota possui 1 pátio que opera 3 turnos por dia com 10 homens por turno, totalizando um efetivo técnico de CCO de 30 homens com um salário médio anual de US\$ 25.000,00 cada, o custo anual dos pátios de CCO dessa rota é de US\$ 750.000,00/ano.

Essa rota possui 3 postos de abastecimento que também funcionam 3 turnos por dia com 5 homens por turno, totalizando um efetivo técnico de abastecimento de 45 homens com um salário de US\$ 18.000,00 cada, o custo anual dos pátios de abastecimento dessa rota é de US\$ 810.000,00.

Os custos com gerentes totalizam US\$ 120.000,00/ano, sendo um gerente de CCO e outro de operação com um salário de US\$ 60.000,00/ano cada. Somados todos os custos de cada uma dessas operações, tem-se um custo final anual total dessa rota de US\$ 2.700.000,00 ou US\$ 0,01121/tku (tabela 4.19).

Tabela 4.19 - Custos de Operação de Pátios, CCO e Postos de Abastecimento Rota 1

| <b>Custos de Operação de Pátios, CCO e Postos de Abastecimento - Rota 1</b> |                                |                 |                |
|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------|----------------|
| <b>Gerentes</b>                                                             |                                | <b>Unidades</b> | <b>Valores</b> |
|                                                                             | CCO                            | homem           | 1              |
|                                                                             | Operação                       | homem           | 1              |
|                                                                             | Salário bruto anual de gerente | US\$/ano        | 60.000,00      |
|                                                                             | Custo anual de gerentes        | US\$/ano        | 120.000,00     |
| <b>Estações</b>                                                             |                                |                 |                |
|                                                                             | Número de estações             | Unidades        | 4              |
|                                                                             | Número de turnos               | turnos/dia      | 3              |
|                                                                             | Homem por turno                | homem/turno     | 2              |

|                                                  |                 |                     |
|--------------------------------------------------|-----------------|---------------------|
| Efetivo técnico de estação                       | homem           | 24                  |
| Salário bruto anual dos técnicos                 | US\$/ano        | 20.000,00           |
| Custo anual de estações                          | US\$/ano        | 480.000,00          |
| <b>Manobradores e revistas</b>                   |                 |                     |
| Número de pátios                                 | Unidades        | 2                   |
| Número de turnos                                 | turnos/dia      | 3                   |
| Homem por turno                                  | homem/turno     | 5                   |
| Efetivo técnico de revistas                      | homem           | 30                  |
| Salário bruto anual dos técnicos                 | US\$/homem      | 18.000,00           |
| Custo anual de manobra e revistas                | US\$/ano        | 540.000,00          |
| <b>CCO</b>                                       |                 |                     |
| Número de pátios                                 | Unidades        | 1                   |
| Número de turnos                                 | turnos/dia      | 3                   |
| Homem por turno                                  | homem/turno     | 10                  |
| Efetivo técnico                                  | homem           | 30                  |
| Salário bruto anual dos técnicos                 | US\$/homem      | 25.000,00           |
| Total CCO                                        | US\$/ano        | 750.000,00          |
| <b>Postos de abastecimento de locomotivas</b>    |                 |                     |
| Número de estações                               | Unidades        | 3                   |
| Número de turnos                                 | turnos/dia      | 3                   |
| Homem por turno                                  | homem/turno     | 5                   |
| Efetivo técnico                                  | homem           | 45                  |
| Salário bruto anual dos técnicos                 | US\$/homem      | 18.000,00           |
| Custo anual de abastecimento                     | US\$/ano        | 810.000,00          |
| <b>Total Anual de Outros Custos Operacionais</b> | <b>US\$/ano</b> | <b>2.700.000,00</b> |
| Produção anual                                   | mil tku/ano     | 240.926             |
| <b>Outros Custos operacionais por tku</b>        | <b>US\$/tku</b> | <b>0,01121</b>      |

Fonte: Elaborado pelo autores

● Rota 2 (Campinas/SP x Santos/SP)

A rota 2 possui 2 estações que funcionam 3 turnos por dia com 2 homens por turno, totalizando um efetivo técnico de 12 homens, com um salário médio anual de US\$ 20.000,00 cada, o custo anual das estações dessa rota é de US\$ 240.000,00/ano. Com 1 pátio de manobras e revistas, que opera 3 turnos por dia com 5 homens por turno, totalizando um efetivo técnico de manobras e revistas de 15 homens com um salário médio anual de US\$ 18.000,00 cada, o custo anual dos pátios de manobras e revistas dessa rota é de US\$ 270.000,00/ano.

Em relação aos pátios de CCO, a rota possui 1 pátio que opera 3 turnos por dia com 10 homens por turno, totalizando um efetivo técnico de CCO de 30 homens com um salário médio anual de US\$ 25.000,00 cada, o custo anual dos pátios de CCO dessa rota é de US\$ 750.000,00/ano.

Essa rota possui 1 posto de abastecimento que também funciona 3 turnos por dia com 5 homens por turno, totalizando um efetivo técnico de abastecimento de 15 homens com um

salário de US\$ 18.000,00 cada, o custo anual dos pátios de abastecimento dessa rota é de US\$ 270.000,00.

Os custos com gerentes totalizam US\$ 120.000,00/ano, sendo um gerente de CCO e outro de operação com um salário de US\$ 60.000,00/ano cada. Somados todos os custos de cada uma dessas operações, tem-se um custo final anual total dessa rota de US\$ 2.700.000,00 ou US\$ 0,00581/tku (tabela 4.20).

Tabela 4.20 - Custos de Operação de Pátios, CCO e Postos de Abastecimento Rota 2

| <b>Custos de Operação de Pátios, CCO e Postos de Abastecimento - Rota 2</b> |                 |                     |  |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------|--|
| <b>Gerentes</b>                                                             | <b>Unidades</b> | <b>Valores</b>      |  |
| CCO                                                                         | homem           | 1                   |  |
| Operação                                                                    | homem           | 1                   |  |
| Salário bruto anual de gerente                                              | US\$/ano        | 60.000,00           |  |
| Custo anual de gerentes                                                     | US\$/ano        | 120.000,00          |  |
| <b>Estações</b>                                                             |                 |                     |  |
| Número de estações                                                          | Unidades        | 2                   |  |
| Número de turnos                                                            | turnos/dia      | 3                   |  |
| Homem por turno                                                             | homem/turno     | 2                   |  |
| Efetivo técnico de estação                                                  | homem           | 12                  |  |
| Salário bruto anual dos técnicos                                            | US\$/ano        | 20.000,00           |  |
| Custo anual de estações                                                     | US\$/ano        | 240.000,00          |  |
| <b>Manobradores e revistas</b>                                              |                 |                     |  |
| Número de pátios                                                            | Unidades        | 1                   |  |
| Número de turnos                                                            | turnos/dia      | 3                   |  |
| Homem por turno                                                             | homem/turno     | 5                   |  |
| Efetivo técnico de revistas                                                 | homem           | 15                  |  |
| Salário bruto anual dos técnicos                                            | US\$/homem      | 18.000,00           |  |
| Custo anual de manobra e revistas                                           | US\$/ano        | 270.000,00          |  |
| <b>CCO</b>                                                                  |                 |                     |  |
| Número de pátios                                                            | Unidades        | 1                   |  |
| Número de turnos                                                            | turnos/dia      | 3                   |  |
| Homem por turno                                                             | homem/turno     | 10                  |  |
| Efetivo técnico                                                             | homem           | 30                  |  |
| Salário bruto anual dos técnicos                                            | US\$/homem      | 25.000,00           |  |
| Total CCO                                                                   | US\$/ano        | 750.000,00          |  |
| <b>Postos de abastecimento de locomotivas</b>                               |                 |                     |  |
| Número de estações                                                          | Unidades        | 1                   |  |
| Número de turnos                                                            | turnos/dia      | 3                   |  |
| Homem por turno                                                             | homem/turno     | 5                   |  |
| Efetivo técnico                                                             | homem           | 15                  |  |
| Salário bruto anual dos técnicos                                            | US\$/homem      | 18.000,00           |  |
| Custo anual de abastecimento                                                | US\$/ano        | 270.000,00          |  |
| <b>Total Anual de Outros Custos Operacionais</b>                            | <b>US\$/ano</b> | <b>1.650.000,00</b> |  |
| Produção anual                                                              | mil tku/ano     | 284.135             |  |
| <b>Outros Custos operacionais por tku</b>                                   | <b>US\$/tku</b> | <b>0,00581</b>      |  |

Fonte:Elaborado pelo autores

#### 4.4.6 Custos e Despesas Gerais

Os custos e despesas gerais de operação são valores fornecidos pela empresa referente a gastos com energia elétrica, aluguéis, limpeza, água, materiais de escritório, hotéis para o descanso dos maquinistas, traslados dos mesmos para os hotéis e estações, entre outros.

- Rota 1 (Sete Lagoas/MG x Rio de Janeiro/RJ)

Os custos e despesas gerais para a rota 1 podem ser visualizados na tabela 4.21 abaixo. A soma desses custos totalizou uma despesa geral de US\$ 446.300,00/ano ou US\$ 0,00185/tku.

Tabela 4.21 - Custos e Despesas Gerais Rota 1

| <b>Custos e Despesas Gerais - Rota 1</b> | <b>Unidades</b> | <b>Valores</b>    |
|------------------------------------------|-----------------|-------------------|
| Custos de energia                        | US\$/ano        | 180.400,00        |
| Aluguéis                                 | US\$/ano        | 22.000,00         |
| Limpeza e água                           | US\$/ano        | 45.000,00         |
| Material de escritório                   | US\$/ano        | 8.500,00          |
| Outros consumos                          | US\$/ano        | 5.000,00          |
| Hotéis                                   | US\$/ano        | 38.400,00         |
| Viagens e acomodação                     | US\$/ano        | 90.000,00         |
| Veículos                                 | US\$/ano        | 46.000,00         |
| Telefones                                | US\$/ano        | 11.000,00         |
| <b>Total Despesas Gerais</b>             | <b>US\$/ano</b> | <b>446.300,00</b> |
| Produção anual                           | mil tku/ano     | 240.926           |
| <b>Custo despesas gerais por tku</b>     | <b>US\$/tku</b> | <b>0,00185</b>    |

Fonte: Elaborado pelos autores

- Rota 2 (Campinas/SP x Santos/SP)

Os custos e despesas gerais para a rota 2 podem ser visualizados na tabela 4.22 abaixo. A soma desses custos totalizou uma despesa geral de US\$ 309.500,00/ano ou US\$ 0,00109/tku.

Tabela 4.22 - Custos e Despesas Gerais Rota 2

| <b>Custos e Despesas Gerais - Rota 2</b> | <b>Unidades</b> | <b>Valores</b> |
|------------------------------------------|-----------------|----------------|
| Custos de energia                        | US\$/ano        | 138.000,00     |
| Aluguéis                                 | US\$/ano        | 18.000,00      |
| Limpeza e água                           | US\$/ano        | 38.000,00      |
| Material de escritório                   | US\$/ano        | 7.500,00       |
| Outros consumos                          | US\$/ano        | 5.000,00       |
| Hotéis                                   | US\$/ano        | 11.000,00      |
| Viagens e acomodação                     | US\$/ano        | 50.000,00      |
| Veículos                                 | US\$/ano        | 34.000,00      |

|                                      |                 |                   |
|--------------------------------------|-----------------|-------------------|
| Telefones                            | US\$/ano        | 8.000,00          |
| <b>Total Despesas Gerais</b>         | <b>US\$/ano</b> | <b>309.500,00</b> |
|                                      | mil             |                   |
| Produção anual                       | tku/ano         | 284.135           |
| <b>Custo despesas gerais por tku</b> | <b>US\$/tku</b> | <b>0,00109</b>    |

Fonte: Elaborado pelos autores

#### 4.4.7 Custos e Despesas Administrativas

Os custos e despesas administrativas estão relacionados ao quantitativo de funcionários das áreas administrativas de cada uma das rotas e seus respectivos salários anuais, valores que foram repassados pela empresa.

- Rota 1 (Sete Lagoas/MG x Rio de Janeiro/RJ)

Os custos e despesas administrativas da rota 1, que conta com um efetivo de 4 funcionários, que recebem um salário anual médio de US\$ 25.000,00 cada, totalizando um custo anual de US\$ 100.000,00 ou US\$ 0,000415/tku, podem ser visualizados a seguir na tabela 4.23.

Tabela 4.23 - Custos Pessoal Administrativo Rota 1

| <b>Custos Pessoal Administrativo - Rota 1</b> | <b>Unidades</b> | <b>Valores</b>  |
|-----------------------------------------------|-----------------|-----------------|
| Efetivo de Pessoal                            | homem/ano       | 4               |
| Salário anual bruto de pessoal administrativo | US\$/H ano      | 25.000,00       |
| Custo anual pessoal administrativo            | US\$/ano        | 100.000,00      |
| Produção anual                                | mil tku/ano     | 240.926         |
| <b>Custo administrativo por tku</b>           | <b>US\$/tku</b> | <b>0,000415</b> |

Fonte: Elaborado pelos autores

- Rota 2 (Campinas/SP x Santos/SP)

Os custos e despesas administrativas da rota 2, que conta com um efetivo de 10 funcionários, que recebem um salário anual médio de US\$ 25.000,00 cada, totalizando um custo anual de US\$ 250.000,00 ou US\$ 0,00088/tku, podem ser visualizados a seguir na tabela 4.24.

Tabela 4.24 - Custos Pessoal Administrativo Rota 2

| <b>Custos Pessoal Administrativo - Rota 2</b> | <b>Unidades</b> | <b>Valores</b> |
|-----------------------------------------------|-----------------|----------------|
| Efetivo de Pessoal                            | homem/ano       | 10             |
| Salário anual bruto de pessoal administrativo | US\$/H ano      | 25.000,00      |
| Custo anual pessoal administrativo            | US\$/ano        | 250.000,00     |

|                                     |                 |                |
|-------------------------------------|-----------------|----------------|
| Produção anual                      | mil tku/ano     | 284.135        |
| <b>Custo administrativo por tku</b> | <b>US\$/tku</b> | <b>0,00088</b> |

Fonte: Elaborado pelos autores

#### 4.4.8 Custos e Despesas Comerciais

Os custos e despesas comerciais estão relacionados ao quantitativo de funcionários das áreas administrativas de cada uma das rotas e seus respectivos salários anuais, valores que foram repassados pela empresa.

- Rota 1 (Sete Lagoas/MG x Rio de Janeiro/RJ)

Os custos e despesas comerciais da rota 1, que conta com um efetivo de 8 funcionários, que recebem um salário anual médio de US\$ 30.000,00 cada, totalizando um custo anual de pessoal comercial de US\$ 240.000,00 ou US\$ 0,000996/tku, podem ser visualizados a seguir na tabela 4.25.

Tabela 4.25 - Custos Pessoal Comercial Rota 1

| <b>Custos Pessoal Comercial - Rota 1</b> | <b>Unidades</b> | <b>Valores</b>  |
|------------------------------------------|-----------------|-----------------|
| Efetivo de Pessoal                       | homem/ano       | 8               |
| Salário anual bruto de pessoal comercial | US\$/H ano      | 30.000,00       |
| Custo anual de pessoal comercial         | US\$/ano        | 240.000,00      |
| Produção anual                           | mil tku/ano     | 240.926         |
| <b>Custo comercial por tku</b>           | <b>US\$/tku</b> | <b>0,000996</b> |

Fonte: Elaborado pelos autores

- Rota 2 (Campinas/SP x Santos/SP)

Os custos e despesas comerciais da rota 2, que conta com um efetivo de 20 funcionários, que recebem um salário médio anual de US\$ 30.000,00 cada, totalizando um custo anual de pessoal comercial de US\$ 600.000,00 ou US\$ 0,002112/tku, podem ser visualizados a seguir na tabela 4.26.

Tabela 4.26 - Custos Pessoal Comercial Rota 2

| <b>Custos Pessoal Comercial - Rota 2</b> | <b>Unidades</b> | <b>Valores</b>  |
|------------------------------------------|-----------------|-----------------|
| Efetivo de Pessoal                       | homem/ano       | 20              |
| Salário anual bruto de pessoal comercial | US\$/H ano      | 30.000,00       |
| Custo anual de pessoal comercial         | US\$/ano        | 600.000,00      |
| Produção anual                           | mil tku/ano     | 284.135         |
| <b>Custo comercial por tku</b>           | <b>US\$/tku</b> | <b>0,002112</b> |

Fonte: Elaborado pelos autores

#### 4.4.9 Custos Combustível

Os custos com combustível são calculados em relação ao consumo médio anual de combustível gastos pelas frotas de locomotivas para operar em cada uma das rotas. Valores estes que foram fornecidos pela empresa.

- Rota 1 (Sete Lagoas/MG x Rio de Janeiro/RJ)

Com um gasto médio de 6.977.268 litros/ano a frota que opera essa rota tem um custo anual com combustível de US\$ 7.633.131 ou US\$ 0,03168/tku como pode ser observado abaixo na tabela 4.27.

Tabela 4.27 - Custos Combustível Rota 1

| <b>Custos Combustível - Rota 1</b> | <b>Unidades</b> | <b>Valores</b> |
|------------------------------------|-----------------|----------------|
| <b>Consumo anual de diesel</b>     | litros/ano      | 6.977.268      |
| Preço do diesel                    | US\$/litro      | 1,094          |
| Custo anual de diesel              | US\$/ano        | 7.633.131      |
| <b>Produção anual</b>              | mil tku/ano     | 240.926        |
| <b>Custo do diesel</b>             | <b>US\$/tku</b> | <b>0,03168</b> |

Fonte: Elaborado pelos autores

- Rota 2 (Campinas/SP x Santos/SP)

Com um gasto médio de 4.261.720 litros/ano a frota que opera essa rota tem um custo anual com combustível de US\$ 4.662.322 ou US\$ 0,01641/tku como pode ser observado abaixo na tabela 4.28.

Tabela 4.28 - Custos Combustível Rota 2

| <b>Custos Combustível - Rota 2</b> | <b>Unidades</b> | <b>Valores</b> |
|------------------------------------|-----------------|----------------|
| <b>Consumo anual de diesel</b>     | litros/ano      | 4.261.720      |
| Preço do diesel                    | US\$/litro      | 1,094          |
| Custo anual de diesel              | US\$/ano        | 4.662.322      |
| <b>Produção anual</b>              | mil tku/ano     | 284.135        |
| <b>Custo do diesel</b>             | <b>US\$/tku</b> | <b>0,01641</b> |

Fonte:Elaborado pelos autores

#### 4.4.10 Custos Lubrificantes

Os custos com lubrificantes são calculados com base no consumo médio anual de lubrificantes gastos pelas frotas de locomotivas para operar em cada uma das rotas. Valores que foram fornecidos pela empresa.

- Rota 1 (Sete Lagoas/MG x Rio de Janeiro/RJ)

Com um gasto médio de 12.408 litros/ano a frota que opera essa rota tem um custo anual com lubrificantes de US\$ 32.298 ou US\$ 0,00013/tku, como pode ser observado abaixo na Tabela 4.29.

Tabela 4.29 - Custos Lubrificantes Rota 1

| <b>Custos Lubrificantes - Rota 1</b>  | <b>Unidades</b> | <b>Valores</b> |
|---------------------------------------|-----------------|----------------|
| <b>Consumo anual de lubrificantes</b> | litros/ano      | 12.408         |
| Preço do lubrificante                 | US\$/litro      | 2,603          |
| Custo anual de lubrificantes          | US\$/ano        | 32.298         |
| <b>Produção anual</b>                 | mil tku/ano     | 240.926        |
| <b>Custo dos lubrificantes</b>        | <b>US\$/tku</b> | <b>0,00013</b> |

Fonte: Elaborado pelos autores

- Rota 2 (Campinas/SP x Santos/SP)

Com um gasto médio de 26.367 litros/ano a frota que opera essa rota tem um custo anual com lubrificantes de US\$ 68.633 ou US\$ 0,00024/tku, como pode ser observado abaixo na Tabela 4.30.

Tabela 4.30 - Custos Lubrificantes Rota 2

| <b>Custos Lubrificantes - Rota 2</b>  | <b>Unidades</b> | <b>Valores</b> |
|---------------------------------------|-----------------|----------------|
| <b>Consumo anual de lubrificantes</b> | litros/ano      | 26.367         |
| Preço do lubrificante                 | US\$/litro      | 2,603          |
| Custo anual de lubrificantes          | US\$/ano        | 68.633         |
| <b>Produção anual</b>                 | mil tku/ano     | 284.135        |
| <b>Custo dos lubrificantes</b>        | <b>US\$/tku</b> | <b>0,00024</b> |

Fonte: Elaborado pelos autores

#### 4.4.11 Custo Manutenção de Locomotivas

O custo com a manutenção das locomotivas é composto pelas despesas com pessoal de oficina, peças e serviços de terceiros. Na manutenção das locomotivas estão inclusos gastos com peças e serviços realizados por terceiros para inspeção de viagem, revisões trimestrais, semestrais, anuais, bianuais, trianuais e revisão geral. Vale ressaltar que alguns serviços de manutenção são realizados pela própria equipe de manutenção da empresa e outros por empresas terceirizadas. O salário anual de um técnico de manutenção de locomotivas é de US\$ 21.000,00/ano enquanto que o de um gerente de oficinas é de US\$ 60.000,00/ano.

- Rota 1 (Sete Lagoas/MG x Rio de Janeiro/RJ)

A rota 1 conta com um contingente técnico de 9 homens e 1 gerente para realizar a manutenção das locomotivas que operam nessa rota, totalizando um custo anual com pessoal de oficina de US\$ 240.000,00/ano. O custo médio por ano de peças e terceiros para as locomotivas da frota de linha é de US\$ 144.553,00 por locomotiva ao ano, enquanto que o custo médio por ano de peças e terceiros com a locomotiva da frota de manobras é de US\$ 61.845,00/ano. Somados os custos totais com pessoal de oficina e peças e terceiros tem-se um custo anual total de manutenção da frota da rota 1 de US\$ 1.313.716,00/ano ou US\$ 0,00545, como pode ser observado na tabela 4.31 abaixo.

Tabela 4.31 - Custos Manutenção de Locomotivas Rota 1

| <b>Custos Manutenção de Locomotivas - Rota 1</b> | <b>Unidades</b>   | <b>Valores</b>      |
|--------------------------------------------------|-------------------|---------------------|
| <b>Frota de Locomotivas</b>                      |                   |                     |
| Total frota de linha                             | locomotiva        | 7                   |
| Total frota de manobras                          | locomotiva        | 1                   |
| <b>FROTA TOTAL DE LOCOMOTIVA</b>                 | <b>locomotiva</b> | <b>8</b>            |
| <b>Pessoal de Oficina</b>                        |                   |                     |
| Gerente                                          | homem/ano         | 1                   |
| Salário anual bruto de gerente                   | US\$/homem        | 60.000,00           |
| Contingente técnico                              | homem             | 9                   |
| Salário anual bruto de técnico                   | US\$/homem        | 20.000,00           |
| Custo anual de pessoal de oficinas               | US\$/ano          | 240.000,00          |
| <b>Custo de peças e Terceiros</b>                |                   |                     |
| Custo por ano frota de linha                     | US\$/loco<br>ano  | 144.553             |
| Custo por ano frota manobra                      | US\$/loco<br>ano  | 61.845              |
| Custo anual de peças e terceiros                 | US\$/ano          | 1.073.716,00        |
| <b>Custo Anual Total de Manutenção da Frota</b>  | <b>US\$/ano</b>   | <b>1.313.716,00</b> |
| Produção anual                                   | mil tku/ano       | 240.926             |
| <b>Custo de Locomotiva por Tonelada km</b>       | <b>US\$/tku</b>   | <b>0,00545</b>      |

Fonte: Elaborado pelos autores

- Rota 2 (Campinas/SP x Santos/SP)

A rota 2 conta com um contingente técnico de 38 homens e 1 gerente para realizar a manutenção das locomotivas que operam nessa rota, totalizando um custo anual com pessoal de oficina de US\$ 820.000,00/ano. O custo médio por ano de peças e terceiros para as locomotivas da frota de linha dessa rota é de US\$ 87.215,00 por locomotiva ao ano, enquanto que o custo médio por ano de peças e terceiros com a locomotiva da frota de manobras é de US\$ 57.421,00. Somados os custos totais com pessoal de oficina e peças e terceiros tem-se um custo anual total de manutenção da frota da rota 2 de US\$ 2.272.861,00/ano ou US\$ 0,00800, como é possível observar na tabela 4.32 a seguir.

Tabela 4.32 - Custos Manutenção de Locomotivas Rota 2

| <b>Custos Manutenção de Locomotivas - Rota 2</b> | <b>Unidades</b>   | <b>Valores</b>      |
|--------------------------------------------------|-------------------|---------------------|
| <b>Frota de Locomotivas</b>                      |                   |                     |
| Total frota de linha                             | locomotiva        | 16                  |
| Total frota de manobras                          | locomotiva        | 1                   |
| <b>FROTA TOTAL DE LOCOMOTIVA</b>                 | <b>locomotiva</b> | <b>17</b>           |
| <b>Pessoal de Oficina</b>                        |                   |                     |
| Gerente                                          | homem/ano         | 1                   |
| Salário anual bruto de gerente                   | US\$/homem        | 60.000,00           |
| Contingente técnico                              | homem             | 38                  |
| Salário anual bruto de técnico                   | US\$/homem        | 20.000,00           |
| Custo anual de pessoal de oficinas               | US\$/ano          | 820.000,00          |
| <b>Custo de peças e Terceiros</b>                |                   |                     |
|                                                  | US\$/loco         |                     |
| Custo por ano frota de linha                     | ano               | 87.215              |
|                                                  | US\$/loco         |                     |
| Custo por ano frota manobra                      | ano               | 57.421              |
| Custo anual de peças e terceiros                 | US\$/ano          | 1.452.861,00        |
| <b>Custo Anual Total de Manutenção da Frota</b>  | <b>US\$/ano</b>   | <b>2.272.861,00</b> |
| Produção anual                                   | mil tku/ano       | 284.135             |
| <b>Custo de Locomotiva por Tonelada km</b>       | <b>US\$/tku</b>   | <b>0,00800</b>      |

Fonte: Elaborado pelos autores

#### 4.4.12 Custos Manutenção de Vagões

Assim como o custo de manutenção das locomotivas o custo com a manutenção dos vagões é composto pelas despesas com pessoal de oficina, peças e serviços de terceiros. Na manutenção dos vagões estão inclusos gastos com peças e serviços realizados por terceiros para inspeção de viagem, revisões trimestrais, semestrais, anuais, bianuais e trianuais e revisão geral. Assim como na manutenção de locomotivas, vale ressaltar que alguns serviços de manutenção são realizados pela própria equipe de manutenção da empresa e outros por empresas terceirizadas. O salário anual de um técnico de manutenção de vagões é de US\$ 20.000,00/ano enquanto que o de um gerente de oficinas é de US\$ 60.000,00/ano.

- Rota 1 (Sete Lagoas/MG x Rio de Janeiro/RJ)

A rota 1 conta com um contingente técnico de 26 homens e 1 gerente para realizar a manutenção dos vagões que operam nessa rota, totalizando um custo anual com pessoal de oficina de US\$ 520.000,00/ano. O custo médio por ano de peças e terceiros para os vagões é de US\$ 439.800,00/ano. Somados os custos totais com pessoal de oficina e peças e

terceiros tem-se um custo anual total de manutenção da frota de vagões da rota 1 de US\$ 959.800,00/ano ou US\$ 0,00398/tku (tabela 4.33).

Tabela 4.33 - Custos Manutenção de Vagões Rota 1

| <b>Custo Manutenção de Vagões - Rota 1</b>      | <b>Unidades</b> | <b>Valores</b>    |
|-------------------------------------------------|-----------------|-------------------|
| <b>Frota de Vagão</b>                           |                 |                   |
| <b>Total frota</b>                              | <b>vagão</b>    | <b>150</b>        |
| <b>Pessoal de Oficina</b>                       |                 |                   |
| Gerente                                         | homem/ano       | 1                 |
| Salário anual bruto de gerente                  | US\$/homem      | 60.000,00         |
| Contingente técnico                             | homem           | 26                |
| Salário anual bruto de técnico                  | US\$/homem      | 20.000,00         |
| Custo anual de pessoal de oficinas              | US\$/ano        | 520.000,00        |
| <b>Custo de Peças e Terceiros</b>               |                 |                   |
| Custo por ano frota de linha                    | US\$/vagão ano  | 2.932,00          |
| Custo por ano frota manobra                     | US\$/vagão ano  | 2.932,00          |
| Custo anual de peças e terceiros                | US\$/ano        | 439.800,00        |
| <b>Custo Anual Total de Manutenção da Frota</b> | <b>US\$/ano</b> | <b>959.800,00</b> |
| Produção anual                                  | mil tku/ano     | 240.926           |
| <b>Custo de Vagão por Tonelada km</b>           | <b>US\$/tku</b> | <b>0,00398</b>    |

Fonte:Elaborado pelos autores

● Rota 2 (Campinas/SP x Santos/SP)

A rota 2 conta com um contingente técnico de 82 homens e 1 gerente para realizar a manutenção dos vagões que operam nessa rota, totalizando um custo anual com pessoal de oficina de US\$ 1.640.000,00/ano. O custo médio por ano de peças e terceiros para os vagões é de US\$ 1.266.624,00/ano. Somados os custos totais com pessoal de oficina e peças e terceiros tem-se um custo anual total de manutenção da frota de vagões da rota 2 de US\$ 2.906.624,00/ano ou US\$ 0,01023/tku, como pode ser observado na tabela 4.34 abaixo.

Tabela 4.34 - Custo Manutenção de Vagões Rota 2

| <b>Custo Manutenção de Vagões - Rota 2</b> | <b>Unidades</b> | <b>Valores</b> |
|--------------------------------------------|-----------------|----------------|
| <b>Frota de Vagão</b>                      |                 |                |
| <b>Total frota</b>                         | <b>vagão</b>    | <b>432</b>     |
| <b>Pessoal de Oficina</b>                  |                 |                |
| Gerente                                    | homem/ano       | 1              |
| Salário anual bruto de gerente             | US\$/homem      | 60.000,00      |
| Contingente técnico                        | homem           | 82             |
| Salário anual bruto de técnico             | US\$/homem      | 20.000,00      |
| Custo anual de pessoal de oficinas         | US\$/ano        | 1.640.000,00   |
| <b>Custo de Peças e Terceiros</b>          |                 |                |
| Custo por ano frota de linha               | US\$/vagão ano  | 2.932,00       |

|                                                 |                 |                     |
|-------------------------------------------------|-----------------|---------------------|
| Custo por ano frota manobra                     | US\$/vagão ano  | 2.932,00            |
| Custo anual de peças e terceiros                | US\$/ano        | 1.266.624,00        |
| <b>Custo Anual Total de Manutenção da Frota</b> | <b>US\$/ano</b> | <b>2.906.624,00</b> |
| Produção anual                                  | mil tku/ano     | 284.135             |
| <b>Custo de Vagão por Tonelada km</b>           | <b>US\$/tku</b> | <b>0,01023</b>      |

Fonte: Elaborado pelos autores

#### 4.4.13 Custos Manutenção de Via Permanente

Os custos com serviços de manutenção das vias, inclui gastos com as atividades de socaria, limpeza de lastro, esmerilhamento de trilho, teste de ultrassom, alinhamento e nivelamento da linha, gastos com equipes de manutenção que executam esses serviços, serviços terceirizados, peças para máquinas da via, veículos, além dos custos de reposição de trilho, chave, brita e dormentes de concreto, e manutenção da infraestrutura de obras de arte.

##### ● Rota 1 (Sete Lagoas/MG x Rio de Janeiro/RJ)

Os custos da rota 1 com cada uma dessas atividades mencionadas anteriormente, podem ser visualizado a seguir na tabela 36. Que somados apresentaram um custo total de manutenção da via de US\$ 3.566.112,81/ano, ou US\$ 4.987,57/Km. E um custo de manutenção de via por tku de US\$ 0,01480 (tabela 4.35).

Tabela 4.35 - Custos de Manutenção da Via Rota 1

| <b>Custos de Manutenção da Via - Rota 1</b> | <b>Unidades</b> | <b>Valores</b>      |
|---------------------------------------------|-----------------|---------------------|
| Socaria                                     | US\$/ano        | 60.775,00           |
| Limpeza de Lastro                           | US\$/ano        | 110.825,00          |
| Esmerilhamento do trilho                    | US\$/ano        | 0                   |
| Teste de ultrassom                          | US\$/ano        | 0                   |
| Alinhamento e nivelamento                   | US\$/ano        | 29.544,00           |
| Equipes de manutenção                       | US\$/ano        | 864.000,00          |
| Pessoal de suporte                          | US\$/ano        | 7.534,00            |
| Peças para máquinas da via                  | US\$/ano        | 94.000,00           |
| Veículos                                    | US\$/ano        | 75.800,00           |
| Custo pessoal                               | US\$/ano        | 1.860.000,00        |
| Reposição de trilho                         | US\$/ano        | 285.250,68          |
| Reposição de chave                          | US\$/ano        | 42.231,20           |
| Reposição de brita                          | US\$/ano        | 3.731,68            |
| Reposição de dormentes de concreto          | US\$/ano        | 14.980,50           |
| Infraestrutura e pontes                     | US\$/ano        | 117.440,75          |
| <b>Custo total de manutenção da via</b>     | <b>US\$/ano</b> | <b>3.566.112,81</b> |
|                                             | <b>US\$/km</b>  | <b>4.987,57</b>     |
| Produção anual                              | mil tku/ano     | 240.926             |

|                                        |                 |                |
|----------------------------------------|-----------------|----------------|
| <b>Custo manutenção da via por tku</b> | <b>US\$/tku</b> | <b>0,01480</b> |
|----------------------------------------|-----------------|----------------|

Fonte: Elaborado pelos autores

- Rota 2 (Campinas/SP x Santos/SP)

Os custos da rota 2 com cada uma dessas atividades mencionadas anteriormente, podem ser visualizado a seguir na tabela 37. Que somados apresentaram um custo total de manutenção da via de US\$ 1.974.438,88/ano, ou US\$ 11.347,35/Km. E um custo de manutenção de via por tku de US\$ 0,00695 (tabela 4.36).

Tabela 4.36 - Custos de Manutenção da Via Rota 2

| <b>Custos de Manutenção da Via - Rota 2</b> | <b>Unidades</b> | <b>Valores</b>      |
|---------------------------------------------|-----------------|---------------------|
| Socaria                                     | US\$/ano        | 79.170,00           |
| Limpeza de Lastro                           | US\$/ano        | 60.030,00           |
| Esmerilhamento do trilho                    | US\$/ano        | 0                   |
| Teste de ultrassom                          | US\$/ano        | 0                   |
| Alinhamento e nivelamento                   | US\$/ano        | 39.120,00           |
| Equipes de manutenção                       | US\$/ano        | 288.000,00          |
| Pessoal de suporte                          | US\$/ano        | 4.140,00            |
| Peças para máquinas da via                  | US\$/ano        | 278.400,00          |
| Veículos                                    | US\$/ano        | 20.880,00           |
| Custo pessoal                               | US\$/ano        | 906.000,00          |
| Reposição de trilho                         | US\$/ano        | 124.951,77          |
| Reposição de chave                          | US\$/ano        | 63.346,80           |
| Reposição de brita                          | US\$/ano        | 7.234,21            |
| Reposição de dormentes de concreto          | US\$/ano        | 54.595,60           |
| Infraestrutura e pontes                     | US\$/ano        | 48.570,50           |
| <b>Custo total de manutenção da via</b>     | <b>US\$/ano</b> | <b>1.974.438,88</b> |
|                                             | <b>US\$/km</b>  | <b>11.347,35</b>    |
| Produção anual                              | mil tku/ano     | 284.135             |
| <b>Custo manutenção da via por tku</b>      | <b>US\$/tku</b> | <b>0,00695</b>      |

Fonte: Elaborado pelos autores

#### 4.5 CUSTOS FINAIS

As tabelas a seguir resumem cada um dos custos calculados nas etapas anteriores, apresentando os mesmos desmembrados em custos variáveis (US\$/tku), custos fixos (US\$/tku), custos totais (US\$/tku) e seus respectivos valores em US\$/ano.

- Rota 1 (Sete Lagoas/MG x Rio de Janeiro/RJ)

A rota 1 que apresenta uma demanda de volume de cargas geral de 336.960 t/ano e uma produção de cargas de mil US\$ 240.926 tku/ano. Apresentou no final um custo total de US\$ 20.291.278,02 ou US\$ 0,084222/tku (tabela 4.37).

Tabela 4.37 - Custos Finais Rota 1

| <b>Custos Finais - Rota 1</b>                |                              |                          |                           |                |                      |
|----------------------------------------------|------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------|----------------------|
| <b>Demanda</b>                               |                              |                          |                           |                |                      |
| Volume de cargas geral em t/ano              |                              |                          |                           |                | 336.960              |
| Produção de cargas em 1.000 tku/ano          |                              |                          |                           |                | 240.926              |
| <b>Discriminação</b>                         | <b>Variável<br/>US\$/tku</b> | <b>Fixo<br/>US\$/tku</b> | <b>Total<br/>US\$/tku</b> | <b>%</b>       |                      |
| Equipagem                                    | 0,001793                     | 0,000199                 | 0,001992                  | 2,37%          | 480.000,00           |
| Combustível                                  | 0,028514                     | 0,003168                 | 0,031682                  | 37,62%         | 7.633.131,19         |
| Lubrificantes                                | 0,000118                     | 0,000016                 | 0,000134                  | 0,16%          | 32.298,02            |
| Manutenção de locomotivas                    | 0,004090                     | 0,001363                 | 0,005453                  | 6,47%          | 1.313.716,00         |
| Seguro das locomotivas                       | 0,000497                     | 0,000166                 | 0,000663                  | 0,79%          | 159.724,00           |
| Manutenção de vagões                         | 0,003187                     | 0,000797                 | 0,003984                  | 4,73%          | 959.800,00           |
| Seguro dos vagões                            | 0,000411                     | 0,000103                 | 0,000514                  | 0,61%          | 123.735,00           |
| Manutenção de telecomunicações e sinalização | 0,006843                     | 0,003685                 | 0,010528                  | 12,50%         | 2.536.461,00         |
| Manutenção de via permanente                 | 0,013025                     | 0,001776                 | 0,014802                  | 17,57%         | 3.566.112,81         |
| Operações de pátios, CCO e postos            | 0,000000                     | 0,011207                 | 0,011207                  | 13,31%         | 2.700.000,00         |
| Custos e Despesas Gerais                     | 0,000000                     | 0,001852                 | 0,001852                  | 2,20%          | 446.300,00           |
| Administração                                | 0,000000                     | 0,000415                 | 0,000415                  | 0,49%          | 100.000,00           |
| Comercial                                    | 0,000000                     | 0,000996                 | 0,000996                  | 1,18%          | 240.000,00           |
| <b>Total dos Custos Operacionais</b>         | <b>0,058479</b>              | <b>0,025743</b>          | <b>0,084222</b>           | <b>100,00%</b> | <b>20.291.278,02</b> |
| <b>Custo Médio Anual (US\$/tku)</b>          |                              |                          |                           |                | <b>0,084222</b>      |
| <b>Custo Médio Anual Variável (US\$/tku)</b> |                              |                          |                           |                | <b>0,058479</b>      |
| <b>Custo Médio</b>                           |                              |                          |                           |                | <b>0,025743</b>      |

### Anual Fixo (US\$/tku)

Fonte: Elaborado pelos autores

Ao final, o custeio da Rota 1 é apresentado na Tabela 4.38 a seguir.

Tabela 4.38 - Cálculo do Custeio da Rota 1

| <b>Cálculo do Custeio da Rota 1</b> |               |                       |                         |
|-------------------------------------|---------------|-----------------------|-------------------------|
| Rota                                | Extensão (Km) | Custeio da Rota (R\$) | Custo Unitário (R\$/km) |
| 1                                   | 715           | R\$ 517.850,32        | 724,27                  |

Fonte: Elaborado pelos autores

O valor do frete cobrado pela empresa é tarifado de acordo com a faixa que se enquadra a distância do trecho e o tipo de mercadoria transportada, como foi citado anteriormente na pág. 51, a empresa disponibiliza uma calculadora tarifária para os clientes. A tarifa para a rota 1, para o transporte de trigo por uma extensão de 715 km é de R\$ 320,46/t, totalizando um frete de R\$ 576.828,00 e um lucro de R\$ 58.977,68.

### ● Rota 2 (Campinas/SP x Santos/SP)

A rota 2 que apresenta uma demanda de volume de cargas geral de 1.632.960 t/ano e uma produção de cargas de mil US\$ 284.135 tku/ano. Apresentou no final um custo total de US\$ 17.010.510,16 ou US\$ 0,060077/tku (tabela 4.39).

Tabela 4.39 - Custos Finais Rota 2

| <b>Custos Finais - Rota 2</b>       |                 |                 |                 |          |              |
|-------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|--------------|
| <b>Demanda</b>                      |                 |                 |                 |          |              |
| Volume de cargas geral em t/ano     |                 |                 |                 |          | 1.632.960    |
| Produção de cargas em 1.000 tku/ano |                 |                 |                 |          | 284.135      |
|                                     | <b>Variável</b> | <b>Fixo</b>     | <b>Total</b>    |          |              |
| <b>Discriminação</b>                | <b>US\$/tku</b> | <b>US\$/tku</b> | <b>US\$/tku</b> | <b>%</b> |              |
| Equipagem                           | 0,003041        | 0,000338        | 0,003379        | 6,37%    | 960.000,00   |
| Combustível                         | 0,008598        | 0,000955        | 0,009554        | 18,02%   | 4.662.321,68 |
| Lubrificantes                       | 0,000213        | 0,000029        | 0,000242        | 0,46%    | 68.633,30    |
| Manutenção de                       | 0,005999        | 0,002000        |                 | 15,09%   | 2.272.861,00 |

|                                              |                 |                 |                 |                |                      |
|----------------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------------|
| locomotivas                                  |                 |                 | 0,007999        |                |                      |
| Seguro das locomotivas                       | 0,000896        | 0,000299        | 0,001195        | 2,25%          | 339.413,50           |
| Manutenção de vagões                         | 0,008184        | 0,002046        | 0,010230        | 19,30%         | 2.906.624,00         |
| Seguro dos vagões                            | 0,001003        | 0,000251        | 0,001254        | 2,37%          | 356.356,80           |
| Manutenção de telecomunicações e sinalização | 0,001511        | 0,000813        | 0,002324        | 4,38%          | 660.361,00           |
| Manutenção de via permanente                 | 0,006115        | 0,000834        | 0,006949        | 13,11%         | 1.974.438,88         |
| Operações de pátios, CCO e postos            | 0,000000        | 0,005807        | 0,005807        | 10,95%         | 1.650.000,00         |
| Custos e Despesas Gerais                     | 0,000000        | 0,001089        | 0,001089        | 2,05%          | 309.500,00           |
| Administração                                | 0,000000        | 0,001089        | 0,001089        | 1,66%          | 250.000,00           |
| Comercial                                    | 0,000000        | 0,002112        | 0,002112        | 3,98%          | 600.000,00           |
| <b>Total dos Custos Operacionais Anuais</b>  | <b>0,041730</b> | <b>0,018348</b> | <b>0,060077</b> | <b>100,00%</b> | <b>17.010.510,16</b> |
| <b>Custo Médio Anual (US\$/tku)</b>          |                 |                 |                 |                | <b>0,060077</b>      |
| <b>Custo Médio Anual Variável (US\$/tku)</b> |                 |                 |                 |                | <b>0,041730</b>      |
| <b>Custo Médio Anual Fixo (US\$/tku)</b>     |                 |                 |                 |                | <b>0,018348</b>      |

Fonte:Elaborado pelos autores

Ao final, o custeio da Rota 2 é apresentado na Tabela 4.40 a seguir.

Tabela 4.40 - Cálculo do Custeio da Rota 2

| <b>Cálculo do Custeio da Rota 2</b> |               |                       |                         |
|-------------------------------------|---------------|-----------------------|-------------------------|
| Rota                                | Extensão (Km) | Custeio da Rota (R\$) | Custo Unitário (R\$/km) |
| 2                                   | 174           | R\$ 173.648,96        | 997,98                  |

Fonte: Elaborado pelos autores

O valor do frete cobrado pela empresa também é tarifado de acordo com a distância do trecho e o tipo de mercadoria transportada. A tarifa para a rota 2, para o transporte de trigo por uma extensão de 174 km é de R\$ 93,56/t, totalizando um frete de R\$ 318.291,12 por viagem.

#### 4.5.1 Resultados dos Custos e Fretes das Rotas 1 e 2

A tabela 4.41 a seguir apresenta os resultados dos custos e os fretes cobrados por viagem das rotas 1 e 2 pelo modal ferroviário.

Tabela 4.41 - Resultados Finais dos Custos e Fretes das Rotas 1 e 2

| <b>Resultados Finais</b> |               |                       |             |
|--------------------------|---------------|-----------------------|-------------|
| Rota                     | Extensão (Km) | Custeio da Rota (R\$) | Frete (R\$) |
| 1                        | 715           | 517.850,32            | 576.828,00  |
| 2                        | 174           | 173.648,96            | 318.291,12  |

Fonte: Elaborado pelos autores

Para fins de comparação seriam necessários 25 veículos que realizam a rota 1 para transportar a mesma quantidade de carga pela empresa rodoviária que um único comboio da empresa ferroviária transporta em uma única viagem, totalizando um custo total de R\$ 87.351,50, considerando-se o valor do custo por veículo no valor de R\$ 3.494,06. O valor total do frete cobrado totalizaria R\$ 177.100,00, considerando que para cada veículo é cobrado um valor de R\$ 7.084,00 por viagem. E o lucro obtido somaria R\$ 89.748,50, um valor de R\$ 30.770,82 a mais em relação ao lucro por viagem obtido pelo modal ferroviário para a rota 1, como é mostrado abaixo na Tabela 4.42.

Tabela 4.42 - Rota 1 para 1.800 Toneladas

| <b>Rota 1 - 1.800 toneladas</b> |            |            |
|---------------------------------|------------|------------|
| Discriminação                   | Rodoviário | Ferrovário |
| Custo da Rota (R\$)             | 87.351,50  | 517.850,32 |
| Valor do Frete (R\$)            | 177.100,00 | 576.828,00 |
| Lucro da Rota (R\$)             | 89.748,50  | 58.977,68  |

Fonte: Elaborado pelos autores

Agora para a rota 2 seriam necessários 46 veículos para transportar a mesma quantidade de carga pela empresa rodoviária que um único comboio da empresa ferroviária transporta em uma única viagem dessa rota, totalizando um custo total de R\$ 56.762,16, considerando-se o valor de custo por veículo no valor de R\$ 1.233,96. O valor total do frete cobrado totalizaria R\$ 119.738,00, considerando que para cada veículo é cobrado um valor de R\$ 2.603,00 por viagem. E o lucro obtido somaria R\$ 62.975,84, um valor de R\$ 81.666,32 inferior em relação ao lucro obtido por viagem pelo modal ferroviário para essa rota, como é mostrado abaixo na tabela 4.43.

Tabela 4.43 - Rota 2 para 3.402 toneladas

| <b>Rota 2 - 3.402 toneladas</b> |            |             |
|---------------------------------|------------|-------------|
| Discriminação                   | Rodoviário | Ferroviário |
| Custo da Rota (R\$)             | 56.762,16  | 173.648,96  |
| Valor do Frete (R\$)            | 119.738,00 | 318.291,12  |
| Lucro da Rota (R\$)             | 62.975,84  | 144.642,16  |

Fonte: Elaborado pelos autores

#### 4.6 RESULTADOS DE CUSTOS E FRETES DAS ROTAS 1 E 2

Os resultados principais referentes aos cálculos dos custos e lucros de cada uma das rotas para ambos os modais estudados estão representados a seguir na tabela 4.44, onde é possível observar que os mesmos valores foram convertidos para reais por quilômetro (R\$/km), e reais por tonelada (R\$/t), a fim de possibilitar uma comparação dos custos e lucros nas mesmas unidades de grandeza entre os modais rodoviário versus ferroviário. Vale ressaltar que a tarifa do transporte rodoviário é dada em reais por quilômetro (R\$/km), enquanto que a do transporte ferroviário em reais por tonelada (R\$/t).

Tabela 4.44 - Compilado dos Resultados de Custos e Fretes das Rotas 1 e 2

| Discriminação                          | Rodoviário      |                 | Ferroviário       |                   |
|----------------------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-------------------|
|                                        | Rota 1          | Rota 2          | Rota 1            | Rota 2            |
| Distância (km)                         |                 | 506             | 190               | 715               |
| Toneladas Transportadas por viagem (t) |                 | 74              | 74                | 1800              |
| <b>Custo da Rota (R\$)</b>             | <b>3.494,06</b> | <b>1.233,96</b> | <b>517.850,32</b> | <b>173.648,96</b> |
| Custo Unitário (R\$/km)                | 6,91            | 6,49            | 724,27            | 997,98            |
| Custos por Tonelada (R\$/t)            | 47,22           | 16,68           | 287,69            | 51,04             |
| Tarifa                                 | R\$ 14,00/km    | R\$ 13,70/km    | R\$ 320,46/t      | R\$ 93,56/t       |
| <b>Valor do Frete (R\$)</b>            | <b>7.084,00</b> | <b>2.603,00</b> | <b>576.828,00</b> | <b>318.291,12</b> |
| Frete por Tonelada (R\$/t)             | 95,72           | 35,17           | 320,46            | 93,56             |
| Frete Unitário (R\$/km)                | 14,00           | 13,70           | 806,75            | 1.829,25          |
| <b>Lucro da Rota (R\$)</b>             | <b>3.589,94</b> | <b>1.369,04</b> | <b>58.977,68</b>  | <b>144.642,16</b> |
| Lucro Unitário (R\$/km)                | 7,09            | 7,21            | 82,49             | 831,28            |
| Lucro por Tonelada (R\$/t)             | 48,51           | 18,50           | 32,77             | 42,52             |
| <b>Percentual de Lucro (%)</b>         | <b>50,72</b>    | <b>52,58</b>    | <b>10,22</b>      | <b>45,44</b>      |

Fonte: Elaborado pelos autores

## **CAPÍTULO 5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS**

### **5.1 CONCLUSÕES DO TRABALHO**

O trabalho destacou a importância da logística do transporte rodoviário e ferroviário para o desenvolvimento econômico do país. Diante de um cenário econômico dinâmico e desafiador, o sistema de transporte rodoviário segue sendo o principal modal de transportes para o escoamento de mercadorias, onde desempenha um papel importante na conectividade regional, permitindo a distribuição ágil e flexível de mercadorias por todo o território nacional. Por outro lado, o transporte ferroviário, com uma capacidade de carga em larga escala, surge como uma alternativa estratégica para otimizar a cadeia logística.

Ambos os modais desempenham um papel importante, contribuindo para a redução de custos logísticos, o aumento da competitividade e, conseqüentemente, promovendo o crescimento econômico do Brasil no cenário global. Portanto, é de fundamental importância investir na eficiência e na modernização desses sistemas de transporte para garantir um futuro sustentável e próspero para o Brasil.

Diante do atual cenário com o crescimento da demanda de veículos, e do elevado nível de competitividade entre as empresas que realizam o transporte rodoviário de cargas, é preciso um investimento e um planejamento de gestão eficiente, que busque sempre alternativas de menor custo maximizando o lucro, com um preço justo e retorno financeiro positivo.

Para realizar a análise desses custos, é importante ressaltar que há diversas variáveis que influenciam os seus efeitos, onde se destacam entre essas variáveis: a quilometragem, consumo de combustível, manutenção, tipo de carga e operação, veículo, capacidade de carga, demanda e outros. A partir desse ponto, é necessário analisar quais as variáveis estão impactando na rota percorrida e no seu respectivo lucro, afim de buscar alternativas para minimizar os custos dessas variáveis e conseqüentemente maximizar o lucro.

Nesse estudo de caso, foram analisadas duas rotas operadas por uma transportadora de cargas rodoviárias, com matriz em Aparecida de Goiânia/GO e por uma operadora logística ferroviária, com matriz no Rio de Janeiro/RJ. Ambas utilizam veículos próprios para a prestação de serviços, ambas são remuneradas por um frete fixo que é pago de acordo com a distância da rota percorrida.

Foram analisados os custos operacionais e os lucros para cada um dos modais em cada uma das rotas estudadas. Para a análise dos custos e lucros obtidos pelo modal rodoviário

foi utilizada a metodologia adaptada de LIMA (2001), e para a análise dos custos e lucros obtidos pelo modal ferroviário a metodologia adaptada da ANTT (2022).

Para o estudo de caso inicialmente foram coletados dados sobre as empresas, sobre as rotas operadas por ambas, custos operacionais, custos administrativos, custos com funcionários entre outros que foram citados anteriormente. Ambas as empresas realizam as rotas por meio de veículos próprios. As empresas neste trabalho nomeadas de empresa “X” e empresa “Y” realizam as rotas: Sete Lagoas - MG com destino ao Rio de Janeiro - RJ (Rota 1) e Campinas - SP com destino a Santos - SP (Rota 2), a empresa de transporte rodoviário (empresa “X”) cobra respectivamente tarifas de 14,00 (R\$/km) para a Rota 1, e 13,70 (R\$/km) para a rota 2. Enquanto que a empresa de transporte ferroviário (empresa “Y”) cobra respectivamente tarifas de 320,46 (R\$/t) para a Rota 1 e 93,56 (R\$/t) para a Rota 2.

Todas as duas rotas operadas pelas duas empresas apresentaram lucro, ou seja, o valor recebido pelo frete superou os custos operacionais e administrativos de cada empresa. Para o modal rodoviário a rota 1, que possui 506 km, resultou em um lucro de R\$ 3.589,94 por viagem, um lucro de 50,72% em relação ao custo. E a rota 2, que possui 190 km resultou em um lucro de R\$ 1.369,04 por viagem, um lucro de 52,58% em relação ao custo. Enquanto que para o modal ferroviário a rota 1, que tem uma extensão de 715 km resultou em um lucro de R\$ 58.977,68 por viagem, um lucro de 10,22%. E a rota 2, que tem uma extensão de 174 km resultou em um lucro de R\$ 144.642,16 por viagem, um lucro de 45,44%.

Em ambas as rotas, o modal rodoviário apresentou maiores lucros em relação ao modal ferroviário, com observação para a rota 2 operada pelo modal rodoviário onde se obteve a maior percentagem de lucro. Enquanto que a rota 1 realizada pelo modal ferroviário obteve o menor percentual de lucro, vale ressaltar que essa rota apresentou elevados custos em relação ao combustível devido ao fato de um único comboio operar com duas locomotivas.

É possível notar a relação entre as variáveis que compõem os custos e a margem de lucro de cada uma das rotas, por isso é importante que cada empresa analise as entradas e saídas totais de valores, referentes aos dados da empresa, dos veículos e do mercado, com o objetivo de diminuir custos e aumentar a margem de lucro de cada rota se possível, permitindo assim, que as empresas possam realizar planejamentos para tomar medidas adequadas em relação ao atual momento do mercado.

Para uma visão empresarial seria aconselhável o investimento nas rotas realizadas pelo modal rodoviário, e para o modal ferroviário uma alternativa para tornar as rotas realizadas mais competitivas e atrativas para os clientes, seria realizar uma análise para aumentar a captação de cargas, e respectivamente o volume de cargas transportadas por viagem,

aumentando o número de vagões por comboio e se possível, uma diminuição da tarifa cobrada desde que não comprometa negativamente o valor arrecadado por viagem.

Analisando a perspectiva do cliente quanto ao valor do frete cobrado, ambas as rotas operadas pela transportadora rodoviária são mais atrativas em relação ao valor do frete pago pelo mesmo, já que o valor cobrado por tonelada (R\$/t) para a rota 1 pelo modal rodoviário foi de R\$ 224,74 a menos que o valor cobrado por tonelada (R\$/t) pelo modal ferroviário. Enquanto que na rota 2 o valor cobrado pelo modal rodoviário foi de R\$ 58,39 a menos que o valor cobrado por tonelada (R\$/t) pelo modal ferroviário, portanto, sendo mais viável economicamente que se opte pelo transporte rodoviário. Por meio desse estudo comprova-se que o transporte ferroviário é recomendado para maiores distâncias, enquanto que o rodoviário para menores distâncias.

Por fim, os objetivos do trabalho foram alcançados, mostrando que todas as análises e cálculos foram realizados, de acordo com o apresentado no estudo de caso e análise dos resultados. De acordo com a hipótese levantada, foi confirmada a relação direta dos custos fixos e variáveis com o valor do frete e a margem de lucro, mostrando a importância de uma gestão adequada para a melhoria operacional e contribuição no lucro das empresas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES - **ANTT** . **Informações gerais. 2023.** Disponível em: <<https://www.gov.br/antt/pt-br>>. Acesso em: 20 de maio de 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTE TERRESTRE - **ANTT**. **ANTT define procedimentos para transporte rodoviário internacional e multimodal de cargas. 2021.** Disponível em: <<https://www.gov.br/antt/pt-br/assuntos/ultimas-noticias/antt-define-procedimentos-operacionais-para-tric-e-otm>>. Acesso em: 25 de maio de 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTE TERRESTRE. **CONCESSÕES RODOVIÁRIAS FEDERAIS. 2023.** Disponível em: <[https://portal.antt.gov.br/resultado/-/asset\\_publisher/m2By5inRuGGs/content/id/1758076#:~:text=O%20objeto%20de%20uma%20concess%C3%A3o,de%20servi%C3%A7o%20do%20Sistema%20Rodovi%C3%A1rio.](https://portal.antt.gov.br/resultado/-/asset_publisher/m2By5inRuGGs/content/id/1758076#:~:text=O%20objeto%20de%20uma%20concess%C3%A3o,de%20servi%C3%A7o%20do%20Sistema%20Rodovi%C3%A1rio.)>. Acesso em: 22 de maio de 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTE TERRESTRE. **RNTRC: ANTT registra meio milhão de transportadores de carga no país. 2011.** Disponível em: <[https://portal.antt.gov.br/resultado/-/asset\\_publisher/m2By5inRuGGs/content/id/181011](https://portal.antt.gov.br/resultado/-/asset_publisher/m2By5inRuGGs/content/id/181011)>. Acesso em: 05 de dezembro de 2022.

ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL DOM BOSCO - **AEDB. A matriz dos transporte no Brasil: uma análise comparativa para a competitividade.** Disponível em: <<https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos15/802267.pdf>>. Acesso em: 06 de setembro de 2023.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTADORES FERROVIÁRIOS. **O SETOR FERROVIÁRIO DE CARGA BRASILEIRO. 2022.** Disponível em: <<https://www.antf.org.br/informacoes-gerais/>>. Acesso em: 27 de maio de 2023.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos.** 4ª edição. Porto Alegre: Bookman, 2001. 119 p.

BNDES. **Estudos técnicos referentes ao eixo de capricórnio. Custos Operacionais Ferroviário. 2011.** Disponível em: <<https://www.bndes.gov.br/arquivos/corredor-bioceanico/corredor-bioceanico-produto-9.pdf>>. Acesso em: 07 de setembro de 2023.

Bragança, Arthur, Juliano Assunção, Araujo Rafael e Manuela Magalhães. **Infraestrutura de transporte e emprego: uma abordagem de acesso a mercado.** Rio de Janeiro: Climate Policy Initiative, 2022.

CARGO BR. **CONHEÇA TODOS OS TIPOS DE TRANSPORTE DE CARGA, 2018.** Disponível em: <<https://blog.cargobr.com/conheca-todos-os-tipos-de-transporte-de-carga/>>. Acesso em: 10 de maio de 2023.

CARGO X. **OS 6 TIPOS DE CARGAS MAIS FREQUENTES NAS RODOVIAS BRASILEIRAS, 2018.** Disponível em: <<https://cargox.com.br/blog/os-6-tipos-de-cargas-mais-frequentes-nas-rodovias-brasileiras/>>. Acesso em: 10 de maio de 2023.

CENTRO-OESTE. **Vagão-gaiola, 2007**. Disponível em: <<http://vfco.brazilia.jor.br/ferrovias/CFN/Sobral-vagao-gaiola-ACC.shtml>>. Acesso em: 20 de novembro de 2023.

CHRISTOPHER, M. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**. São Paulo: Cengage, 2018. 392 p.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Anuário CNT do Transporte – Estatísticas Consolidadas**. Brasília: CNT, 2019b. 31 p.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Anuário CNT do Transporte – Estatísticas Consolidadas**. Brasília: CNT, 2021.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Boletim unificado - Março 2023**. Disponível em: <<https://www.cnt.org.br/boletins>>. Acesso em: 24 de maio de 2023.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Condições das rodovias elevam em 26,7% os custos dos transportadores. CNT. 30 out. 2018**. Disponível em: <<https://www.cnt.org.br/agencia-cnt/condicoes-rodovias-elevam-custos-transpoortadores>>. Acesso em: 05 de dezembro de 2022.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE. **Transporte em Números**. Brasília: CNT, 2019a. 28 p.

CORRÊA JUNIOR, G., REZENDE, M. L., MARTINS, R. S., CAIXETA-FILHO, G. J. V. **Oferta de transportes: fatores determinantes do valor do frete e o caso das centrais de frete**. In: MARTINS, R. S., CAIXETA-FILHO, G. J. V. *Gestão logística de transporte de cargas*. São Paulo: Atlas, 2001.

FARIA, A. C. **Gestão de Custos Logísticos**. 1ª edição. São Paulo: 2005. 89 p.

GREENBRIER MAXION. **Tanque, 2023**. Disponível em: <<https://gbmx.com.br/tipos-negocios/vagoes/tanques/>>. Acesso em: 20 de novembro de 2023.

GREENBRIER MAXION. **Vagão Double Stack Greenbrier Maxion Aumenta Eficiência da Brado Logística, 2023**. Disponível em: <<https://gbmx.com.br/vagao-double-stack-greenbrier-maxion-aumenta-eficiencia-da-brado-logistica/>>. Acesso em: 20 de novembro de 2023.

GREENBRIER MAXION. **Vagão Frigorífico GBMX, 2023**. Disponível em: <<https://gbmx.com.br/vagao-frigorifico-gbmx/>>. Acesso em: 20 de novembro de 2023.

GREENBRIER MAXION. **Vagão Gôndola GDE, 2023**. Disponível em: <<https://gbmx.com.br/negocios/vagao-gondola-gde/>>. Acesso em: 20 de novembro de 2023.

GREENBRIER MAXION. **Vagão Hopper HPT, 2023**. Disponível em: <<https://gbmx.com.br/negocios/vagao-hopper-hpt/>>. Acesso em: 20 de novembro de 2023.

GREENBRIER MAXION. **Vagão Plataforma PCE, 2023**. Disponível em: <<https://gbmx.com.br/negocios/vagao-plataforma-pce/>>. Acesso em: 20 de novembro de 2023.

GRUPO LUNA. **Rodotrem, 2023**. Acesso em: <<https://www.lunaalg.com.br/rodotrem>>. Acesso em: 20 de novembro de 2023.

HIRSCHFELD, H. **Engenharia econômica e análise de custos: aplicações práticas para economistas, engenheiros, analistas de investimentos e administradores**. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2000. 519 p.

IMPLEMENTAÇÃO DE PROJETOS DE LOGÍSTICA E SUPPLY CHAIN. **ILOS: O PAPEL DO TRANSPORTE NA ESTRATÉGIA LOGÍSTICA**. 2000. Disponível em: <<https://www.ilos.com.br/o-papel-do-transporte-na-estrategia-logistica/>>. Acesso em: 18 de maio de 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Frota de veículos.2023**. Disponível em:<<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/22/28120>>. Acesso em: 20 de maio de 2023.

LIMA, M. **O Custeio do Transporte Rodoviário, 2001**. Disponível em: <https://www.ilos.com.br/web/o-custeio-do-transporte-rodoviario/>. Acesso em: 05 de dezembro de 2022.

MARIA FUMAÇA CAMPINAS. **Vagão Panorâmico - Caboose Mogiana, 2016**. Acesso em:<<https://www.mariafumacacampinas.com.br/vagao-panoramico-caboose-mogiana/>>. Acesso em: 20 de novembro de 2023.

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

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. **TRANSPORTE FERROVIÁRIO, 2016**. Disponível em: <<https://www.gov.br/transportes/pt-br/assuntos/dados-de-transportes/sistema-de-transportes/transporte-ferroviario>>. Acesso em: 12 de maio de 2023.

MRS LOGÍSTICA. **CUSTOS ACESSÓRIOS, 2023**. Disponível em: <<https://www.mrs.com.br/clientes/custos-acessorios/>>. Acesso em: 18 de setembro de 2023.

NABAÍÍS, Rui José da Silva. **Organizador / Manual básico de engenharia ferroviária**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

NEVES, M. A. O. **Panorama do Transporte Rodoviário de Cargas no Brasil. 2005**. Disponível em: <http://www.guiadelogistica.com.br/Y598.htm>>. Acesso em: 05 de dezembro de 2022.

NOVAES, A. G. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição**. 4ª edição. São Paulo. 2015. 53 p.

PEREIRA, Denis Biolkino de Sousa. **Análise do impacto das condições de rodovias pavimentadas na renovação da frota de transporte rodoviário de carga. 2006**. 114 f. Dissertação (Mestrado em Transportes)-Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

PRADO TRENS. **Vagão Fechado, 2023**. Disponível em: <<https://www.pradotrens.com.br/produto/lancamento-folha-decal-vagao-fechado-frs-mrs-prado-trens-dp188/>>. Acesso em: 20 de novembro de 2023.

PROGRAMA DE PARCERIAS DE INVESTIMENTOS. **O que é o programa de parcerias de investimentos? 2016**. Disponível em: <<https://www.ppi.gov.br/>>. Acesso em: 24 de maio de 2023.

ROSA, Rodrigo de Alvarenga. **Operação Ferroviária: Planejamento, Dimensionamento e Acompanhamento**. 1º edição. Rio de Janeiro: LTC, 2016. 352 p.

WILSON, G. W. **On the output unit transportation.** Land Economics, Madison, v. 35, p. 266-276, Aug. 1959.