

# **Plano Nacional de Logística - PNL**

## **Relatório**

### **Custos de Transporte e Valor do Tempo para Cargas**

Versão 2.1

---

**As informações apresentadas neste relatório estão reservadas ao uso restrito dos técnicos e dirigentes no âmbito da INFRA S.A.**

**Infra S.A.**

Jorge Luiz Macedo Bastos  
*Diretor Presidente*

André Luís Ludolfo da Silva  
*Diretor de Empreendimentos*

Cristiano Della Giustina  
*Diretor de Planejamento*

Elisabeth Braga  
*Diretora de Administração e Finanças*

Marcelo Vinaud  
*Diretor de Mercado e Inovação*

**Superintendência de Planejamento e Estudos de Transporte**

Daniel Klinger Vianna  
*Superintendente*

**Equipe Técnica da Superintendência de Planejamento e Estudos de Transportes**

Brunno Santos Gonçalves  
*Coordenador*

Igor Moreira Mota  
*Coordenador*

Bruno Gonzalez Nóbrega  
*Assessor Técnico*

Bruno Nogueira da Costa  
*Engenheiro*

Emygail Lorena Silva Azevedo Oleskovicz  
*Assessora Técnica*

Juliana Miranda França  
*Assistente Técnica*

Lucas dos Santos Lourenço  
*Assessor Técnico*

Lucas Giovani Matos Albuquerque  
*Assistente Técnico*

Lucas Miranda França  
*Assessor Técnico*

Luís Philipe Vilara Ribeiro  
*Assessor Técnico*

Luiza Neis Ramos  
*Assessora Técnica*

Melquisadec de Souza Oliveira  
*Assistente Técnico*

---

---

**Sumário**

|   |    |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO .....   | 8  |
| 2. METODOLOGIA DE CUSTOS DE TRANSPORTE RODOVIÁRIOS .....                        | 13 |
| 2.1. Estrutura do simulador <i>bottom-up</i> para transporte rodoviário.....    | 13 |
| 2.1.1. Custos fixos .....   | 13 |
| 2.1.2. Custos variáveis .....   | 14 |
| 2.1.3. Premissas de desempenho .....  | 15 |
| 2.2. Validação dos resultados .....   | 16 |
| 3. METODOLOGIA DE CUSTOS DE TRANSPORTE AQUAVIÁRIOS .....                        | 25 |
| 3.1. Estrutura do simulador <i>bottom-up</i> para transporte hidroviário.....   | 25 |
| 3.1.1. Custos fixos .....   | 25 |
| 3.1.2. Custos variáveis .....   | 27 |
| 3.1.3. Premissas de desempenho .....  | 28 |
| 3.2. Validação dos resultados para o transporte hidroviário .....               | 30 |
| 3.3. Estrutura do simulador <i>bottom-up</i> para transporte de cabotagem ..... | 31 |
| 3.3.1. Custos fixos .....   | 31 |
| 3.3.2. Custos variáveis .....   | 32 |
| 3.3.3. Premissas de desempenho .....  | 34 |
| 3.4. Validação dos resultados para o transporte de cabotagem.....               | 36 |
| 3.5. Custos para transporte marítimo de longo curso.....                        | 36 |
| 4. METODOLOGIA DE CUSTOS DE TRANSPORTE FERROVIÁRIOS.....                        | 37 |
| 4.1. Tratamento dos dados do SAFF-ANTT .....                                    | 37 |
| 4.2. Validação dos resultados .....   | 39 |
| 5. METODOLOGIA DE CUSTOS DE TRANSBORDOS .....                                   | 47 |
| 5.1. Estrutura do simulador <i>bottom-up</i> para transbordo.....               | 47 |
| 5.1.1. Custos fixos .....   | 47 |
| 5.1.2. Custos variáveis .....   | 49 |
| 5.1.3. Premissas de desempenho .....  | 49 |
| 5.2. Validação dos resultados .....   | 51 |
| 6. METODOLOGIA DE CUSTOS PORTUÁRIOS .....                                       | 52 |
| 6.1. Metodologia de apuração dos custos portuários.....                         | 52 |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 6.1.1. | Classificação de produtos .....                     | 52 |
| 6.1.2. | Portos.....   | 52 |
| 6.1.3. | Base de dados .....                                 | 53 |
| 6.1.4. | Construção do Custo de Movimentação Portuária ..... | 53 |
| 6.1.5. | Tarifas portuárias.....                             | 56 |
| 6.2.   | Resultados e funções de custo .....                 | 58 |
| 6.3.   | Comparações com outras metodologias .....           | 60 |
| 7.     | METODOLOGIA DO VALOR DO TEMPO PARA CARGAS.....      | 61 |
| 7.1.   | Metodologia.....                                    | 61 |
| 8.     | CONSIDERAÇÕES FINAIS.....                           | 65 |
|        | BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....                        | 66 |

---

## Listas de figuras

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1:</b> Comparação entre fretes e custos para o transporte rodoviário GSA .....    | 20 |
| <b>Figura 2:</b> Comparação entre fretes e custos para o transporte rodoviário GSM .....    | 21 |
| <b>Figura 3:</b> Comparação entre fretes e custos para o transporte rodoviário OGSM.....    | 21 |
| <b>Figura 4:</b> Comparação entre fretes e custos para o transporte rodoviário GL.....      | 22 |
| <b>Figura 5:</b> Comparação entre fretes e custos para o transporte rodoviário CGNC.....    | 22 |
| <b>Figura 6:</b> Comparação entre fretes e custos para o transporte rodoviário CGC .....    | 23 |
| <b>Figura 7:</b> Comparação entre o simulador da EPL e dados do InfraBr (carga geral) ..... | 23 |
| <b>Figura 8:</b> Comparação entre o simulador da EPL e dados do Infrabr (carga agrícola)... | 24 |
| <b>Figura 9:</b> Comparação entre fretes e custos para o transporte rodoviário GSA .....    | 42 |
| <b>Figura 10:</b> Comparação entre fretes e custos para o transporte rodoviário GSM .....   | 42 |
| <b>Figura 11:</b> Comparação entre fretes e custos para o transporte rodoviário OGSM.....   | 43 |
| <b>Figura 12:</b> Comparação entre fretes e custos para o transporte rodoviário GL.....     | 43 |
| <b>Figura 13:</b> Comparação entre fretes e custos para o transporte rodoviário CGNC.....   | 44 |
| <b>Figura 14:</b> Comparação entre fretes e custos para o transporte rodoviário CGC .....   | 44 |
| <b>Figura 15:</b> Curvas de custo para carga GSA.....                                       | 45 |
| <b>Figura 16:</b> Curvas de custo para carga GSM.....                                       | 45 |
| <b>Figura 17:</b> Curvas de custo para carga OGSM .....                                     | 45 |
| <b>Figura 18:</b> Curvas de custo para carga GL .....                                       | 46 |
| <b>Figura 19:</b> Curvas de custo para carga CGC.....                                       | 46 |
| <b>Figura 20:</b> Curvas de custo para carga CGNC .....                                     | 46 |

---

## Listas de tabelas

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabela 1:</b> Produtos estudados pelo PNL e suas classes de cargas .....                                    | 12 |
| <b>Tabela 2:</b> Custos rodoviários .....  | 17 |
| <b>Tabela 3:</b> Custos de transporte para hidrovias de alta restrição por classe de carga ...                 | 30 |
| <b>Tabela 4:</b> Custos de transporte para hidrovias de média restrição por classe de cargas .....             | 30 |
| <b>Tabela 5:</b> Custos de transporte para hidrovias de baixa restrição por classe de cargas                   | 30 |
| <b>Tabela 6:</b> Custos de transporte por cabotagem, em R\$/ton (data-base 2017) .....                         | 36 |
| <b>Tabela 7:</b> Custos de transporte por cabotagem, em R\$/ton (data-base 2017) .....                         | 36 |
| <b>Tabela 8:</b> Custos ferroviários por classe de carga e ferrovia. ....                                      | 39 |
| <b>Tabela 9</b> Regras consideradas para ferrovias que não transportam alguma classe de carga específica. .... | 40 |
| <b>Tabela 10:</b> Custos de transbordos por carga e sentido.....   | 51 |
| <b>Tabela 11:</b> Valores obtidos.....   | 53 |
| <b>Tabela 12:</b> Listas de portos por região .....  | 54 |
| <b>Tabela 13:</b> Dados disponíveis por região. ....   | 55 |
| <b>Tabela 14:</b> Custo de movimentação portuária por tipo de produto.....                                     | 56 |
| <b>Tabela 15:</b> Divisão de serviços. ....  | 57 |
| <b>Tabela 16:</b> Tarifas portuárias.....  | 58 |
| <b>Tabela 17:</b> Custos totais de movimentação portuárias. ....   | 59 |
| <b>Tabela 18:</b> Validação do modelo .....  | 60 |
| <b>Tabela 19</b> Correlação entre os produtos do PNL e os setores americanos considerados .....                | 62 |

## 1. INTRODUÇÃO

O trabalho apresentado no presente documento remete à elaboração do modelo de custos utilizado na construção do Plano Nacional de Logística 2035, publicado em 2021 pela, então, Empresa de Planejamento e Logística – EPL. Desta forma, o texto deste relatório faz referência a essa empresa e ao antigo Ministério da Infraestrutura, cujas competências foram reformuladas quando da sua extinção e da criação do Ministério dos Transportes e do Ministério de Portos e Aeroportos.

Competia ao Ministério da Infraestrutura - MINFRA desenvolver a Política Nacional de Transportes - PNT e o Planejamento Estratégico do Sistema Nacional de Transportes, conforme disposto nos incisos I, V, VI e parágrafo único do Art. 1º, do Decreto nº 10.368/2020. Nesse dispositivo legal consta que eram de responsabilidade do MINFRA a política nacional de transportes ferroviário, rodoviário, aquaviário, aeroportuário e aeroviário e, ainda, formulação, coordenação e supervisão das políticas nacionais do setor de portos e instalações portuárias marítimos, fluviais e lacustres.

À EPL, segundo o inciso XII, do Art. 5º, da Lei nº 12.404/2011 competia elaborar estudos de curto, médio e longo prazo, necessários ao desenvolvimento de planos de expansão da infraestrutura dos setores de logística e transportes.

No caso do PNL 2035, a EPL subsidiou técnica e operacionalmente o Ministério da Infraestrutura no desenvolvimento do plano. Para tanto, o Ministério da Infraestrutura, com base na Política Nacional de Transportes - PNT e no seu Planejamento Estratégico, definiu um conjunto de premissas, diretrizes e objetivos que nortearam o desenvolvimento do PNL 2035 e acompanhou todo o processo de execução, validando as suas diversas etapas.

O PNL é a principal ferramenta do planejamento estratégico do sistema de transportes brasileiro. A elaboração do PNL parte de uma matriz de transportes que representa o sistema logístico nacional e realiza a alocação dos fluxos de transporte em função da capacidade e dos custos generalizados<sup>1</sup>, levando em consideração cada uma das alternativas de transporte existentes na rede. Salienta-se que a “matriz de transportes” utilizada representa o sistema logístico nacional de forma simplificada, mas representativa.

Entende-se por custo os esforços econômicos que os agentes realizam para ofertar um produto ou serviço. O custo é também um gasto, reconhecido no momento da utilização

---

<sup>1</sup> O custo generalizado utilizado no PNL considera os custos de transporte/transbordo e valor do tempo, ambos compreendidos nesse relatório.

dos fatores de produção (bens e serviços), para a fabricação de um produto ou execução de um serviço.

A utilização dos custos generalizados apresenta grandes vantagens em relação a outras medidas de impedância parecidas, como os fretes, visto que os custos de operação envolvidos em uma operação logística são menos afetados por fatores e estruturas do mercado de transporte<sup>2</sup>, sejam eles regionais ou temporários. Com isso, os custos generalizados se mostram mais estáveis e mais previsíveis do que outras medidas, como os fretes, o que os tornam ideais para estudos com projeções de longo prazo, como é o caso do PNL.

Isso acontece porque os mercados de serviço de transporte, independente do modo, ainda não apresentam todas as características de competição perfeita, caso em que o preço efetivo de mercado (fretes) seria igual ao custo de transporte. Há atualmente meios que permitem, no caso de alguns modos de transporte, se aproximar cada vez mais das premissas que levam ao mercado de competição perfeita, em especial utilização de aplicativos que concentram ofertantes de serviços de transporte. Desse modo, mesmo se fosse suposto que, no longo prazo, os mercados tendem à competição perfeita, os fretes se equalizariam aos custos de transporte. Logo, novamente, o uso de custos generalizados no PNL se mostra bastante satisfatório.

A EPL desenvolveu ferramentas que permitem o cálculo dos custos de transporte e de transbordo para os diferentes modos de transporte e para portos, assim como também desenvolveu o custo do valor do tempo para cargas, de forma a permitir a comparação entre os custos totais das alternativas de transporte entre dois pontos da rede logística simulada. A atribuição dos custos apresenta-se, assim, essencial para a diferenciação das alternativas logísticas, permitindo a identificação das melhores alternativas e a detecção de gargalos a serem atacados no planejamento dos investimentos futuros.

As estimativas de custos da EPL utilizam simuladores do tipo “de baixo para cima” (*bottom-up*), para os casos de transporte e transbordo, e outras metodologias que buscam replicar o custo por meios indiretos. Para o primeiro caso, foram elaborados simuladores que, de forma simplificada, buscam reproduzir o processo de prestação dos serviços de transporte ou de transbordo. Nesse processo, levam-se em consideração os

---

<sup>2</sup> Alguns exemplos de fatores inerentes à rota/operação específica: sazonalidade, falta de concorrência, exigência de equipamentos específicos (SOARES E CAIXETA-FILHO, 1997); desempenho da economia, comportamento dos consumidores, ambiente de negócios, estratégias empresariais (MARTINS, 2008; DOT, 2005)

Alguns exemplos de fatores que dependem da rota/operação específica: trajetos com origens em regiões de maiores demandas, trajetos com destinos que possuem maior oferta de carga de retorno (HIJJAR, 2007); existência de pedágios, qualidade do pavimento (CAIXETA-FILHO, 1998)

custos incorridos na prestação dos serviços, por um lado, e a produção de transporte ou de transbordo de mercadorias, pelo outro lado.

Do ponto de vista dos custos, são considerados três aspectos principais: os Custos Fixos, os Custos Variáveis, e a Remuneração do Capital. Os custos fixos incorporam as despesas que não variam conforme a produção mensal, como salários, depreciação dos equipamentos e instalações, seguros etc. O custo variável é composto pelas despesas que se modificam conforme a utilização dos equipamentos ou conforme o nível de produção atingido. Dentre eles os gastos com energia, combustíveis, lubrificantes etc. Por fim, a remuneração do capital é o retorno que o empresário espera pelo investimento realizado.

Como resultado ou em contrapartida aos custos incorridos, existe a produção de transporte ou de transbordo de mercadorias. A produção de transporte é caracterizada pela movimentação de mercadorias entre dois pontos da rede logística, separados por uma distância  $X$ , medida em quilômetros. A produção de transbordo se dá pela movimentação de mercadorias de um meio de transporte para outro, num mesmo ponto da rede logística, também chamado “nó”.

Note-se que o objetivo final de todo o processo de levantamento de custos é obter o custo unitário do transporte, medido em reais por tonelada-quilômetro-útil (TKU) (R\$/TKU) ou o custo unitário do transbordo, medido em reais por tonelada-útil (TU) (R\$/TU ou R\$/t). Desse modo, influenciam diretamente o resultado obtido tanto as variáveis de custo como as variáveis de performance, sendo o custo unitário o valor resultante da divisão das primeiras pelas segundas.

De forma esquemática, o processo de construção de custos do tipo *bottom-up* pode ser assim resumida:

$$\text{Custo unitário}_f = (CF + CV + RemK) \div Prod$$

Onde:

**Custo unitário<sub>f</sub>** – representa o Custo Unitário final que se deseja obter, medido em R\$/TKU para o transporte ou R\$/TU para o transbordo

**CF e CV** – representam os custos fixos e variáveis, respectivamente

**RemK** – representa a remuneração do capital investido

**Prod** – significa a produção de transporte (em TKU) ou de transbordo (em TU)

Embora a estruturação de simuladores de custos do tipo *bottom-up* tenha sido a regra geral, no caso dos custos do transporte ferroviário não foi possível a construção da

---

ferramenta de simulação de custos. Assim, para esse modo foram realizados cálculos com base no Sistema de Acompanhamento e Fiscalização do Transporte Ferroviário (SAFF) da Agência Nacional de Transporte Terrestre (ANTT). Esses cálculos serão demonstrados em seção específica sobre esse modo.

Já para o caso do custo de valor do tempo para cargas, foi feito um cálculo que busca refletir o custo de oportunidade do estoque de carga em trânsito do ponto de vista do produto. Para isso, considerou-se a remuneração do capital investido e o valor, por tonelada, para cada produto.

Como será mostrado, os custos de transbordo, transporte e portuários foram calculados para cada uma das classes de cargas utilizadas no PNL, enquanto os custos de valor do tempo para as cargas foram calculados especificamente para cada produto presente nas matrizes de simulação. Consequentemente, a simulação para cada produto estudado no PNL segue um *custo generalizado* específico por produto, que representa a soma do custo de transporte (ou transbordo ou portuário) da classe de carga a qual o produto pertence com o custo de valor do tempo específico desse produto.

Para referência, as classes de cargas utilizadas no PNL são as seguintes:

- Granéis Sólidos Agrícolas (GSA): representam os grânéis agrícolas como soja, milho e farelos;
- Granéis Sólidos Minerais (GSM): representa o transporte de minério de ferro à granel;
- Outros Granéis Sólidos Minerais (OGSM): representa o transporte de fertilizantes e outros tipos de minerais (como bauxita, chumbo e sal) à granel;
- Granéis Líquidos (GL): representa o transporte de grânéis líquidos, tais como combustíveis, petróleo bruto e óleos vegetais;
- Carga Geral Não Containerizável (CGNC): representa cargas que normalmente não são containerizadas no seu transporte devido ao seu tamanho ou custo logístico atrelado. Exemplos desses tipos de carga seriam maquinários agrícolas e veículos;
- Carga Geral Containerizável (CGC): representa o transporte de cargas que normalmente são containerizadas quando chegam no porto ou na ferrovia, por mais que no transporte rodoviário normalmente sejam transportadas de forma fracionada. Exemplos dessa classe são alimentos e manufaturados em geral.

A Tabela 1 abaixo indica os produtos considerados para as simulações do PNL e suas respectivas classes de cargas, conforme as classificações descritas anteriormente.

**Tabela 1:** Produtos estudados pelo PNL e suas classes de cargas

| Produto                              | Classe de carga | Produto                                   | Classe de carga |
|--------------------------------------|-----------------|---|-----------------|
| Óleo diesel                          | GL              | Biodiesel                                 | GL              |
| Petroquímicos                        | GL              | Fertilizantes                             | OGSM            |
| Gás Natural                          | GL              | Outros CGNC                               | CGNC            |
| Máquinas e equipamentos mecânicos    | CGC             | Instrumentos e equipamentos profissionais | CGC             |
| Máquinas pesadas                     | CGNC            | Farelos                                   | GSA             |
| Veículos                             | CGNC            | Laticínios                                | CGC             |
| Máquinas e equipamentos elétricos    | CGC             | Açúcares                                  | GSA             |
| Plásticos e suas obras               | CGC             | Produtos químicos orgânicos               | CGC             |
| Metais e suas obras                  | CGNC            | Borracha e suas obras                     | CGC             |
| Obras de ferro fundido, ferro ou aço | CGNC            | Papel                                     | CGC             |
| Bebidas - Cervejas de malte          | CGC             | Minério de ferro                          | GSM             |
| Bebidas exceto cervejas de malte     | CGC             | Subprodutos do minério de ferro           | OGSM            |
| Etanol                               | GL              | Cosméticos                                | CGC             |
| Soja em grão                         | GSA             | Mobiliário                                | CGC             |
| Outros cereais e produtos agrícolas  | CGC             | Produtos da indústria gráfica             | CGC             |
| Milho em grão                        | GSA             | Animais vivos                             | CGNC            |
| Fármacos                             | CGC             | Alimentos processados                     | CGC             |
| Carnes                               | CGC             | Outros CGC                                | CGC             |
| Produtos químicos industriais        | CGC             | Outros minerais                           | OGSM            |

Dada a contextualização feita até aqui, este relatório apresenta, em linhas gerais, a metodologia empregada na apuração dos custos de transporte e de transbordo para os diferentes tipos de carga e de meios de transporte considerados nas simulações, assim como as metodologias. Além disso, também apresenta as premissas utilizadas para auferir os custos logísticos e a validação dos resultados encontrados.

---

## 2. METODOLOGIA DE CUSTOS DE TRANSPORTE RODOVIÁRIOS

### 2.1. Estrutura do simulador *bottom-up* para transporte rodoviário

#### 2.1.1. Custos fixos

A estrutura básica do simulador de custos, na parte de custos fixos, segue a lógica apresentada abaixo:

$$\sum_{i=1}^n CF_i \text{ onde } i \text{ são os seguintes custos:}$$

#### **Remuneração do capital**

Corresponde ao retorno esperado pelo empresário, ao realizar investimentos na produção. Entende-se que a remuneração do capital obtida deve ser suficiente para cobrir os custos de oportunidade do investidor. Essa taxa aplica-se ao montante investido em obras, instalações, veículos, máquinas ou equipamentos. É calculada conforme a metodologia proposta em STN (2015) especificamente para o modo de transporte.

#### **Gastos com Motorista**

Corresponde às despesas mensais com salário de motorista, e horas extras, participação nos lucros e encargos sociais. Esses valores foram coletados conforme as Convenções Coletivas de Trabalho (CCT) dos sindicatos regionais de transporte terrestre.

#### **Reposição do Cavalô Mecânico**

Representa a quantia que deve ser destinada mensalmente a um fundo para comprar um novo veículo zero quilômetro quando o atual completar seu ciclo de vida útil econômica. O valor do veículo exclui os pneus, que constituem material de consumo, cuja despesa é computada em item específico do custo variável. Os preços fornecidos pelos fabricantes de caminhões incluem os pneus. Para a simulação foram excluídos os valores gastos com pneus antes de realizar o cálculo.

#### **Reposição do Semirreboque**

Representa o valor de aquisição do semirreboque excluindo o valor dos pneus. Esse ajuste foi feito pelo fato de o valor do semirreboque já incluir o valor dos pneus, e na simulação considera-se o valor dos pneus separados pelo fato de sua depreciação e seus gastos serem calculados de forma separada.

## Licenciamento

Este item reúne os tributos que a empresa deve recolher antes de colocar o veículo em circulação nas vias públicas. É composto por: Imposto sobre a propriedade de veículos automotores (IPVA); Seguros por danos pessoais causados por veículos automotores (DPVAT); Taxa de licenciamento (TL) paga ao Detran e Taxa de vistoria do tacógrafo (TVT). Em geral o IPVA é um percentual sobre o valor do veículo. Já o DPVAT, a TL e a TVT constituem despesas de baixo valor.

- i. DPVAT
- ii. IPVA
- iii. Taxa de Licenciamento
- iv. Taxa de Vistoria Tacógrafo
- v. Seguro

Estas despesas são determinadas conforme normas estabelecidas pelas companhias de seguro. Todos os valores, bem como suas variações dependem da seguradora e dos contratos entre os transportadores e as mesmas.

## Outras despesas Fixas

Corresponde a algumas despesas administrativas incorridas, rateadas por caminhão:

- i. Aluguel;
- ii. Água, luz, telefone, internet (Contas);
- iii. Outros funcionários;
- iv. Despesas bancárias;
- v. Outros.

### 2.1.2. Custos variáveis

A estrutura básica do simulador de custos, na parte de custos variáveis, segue a lógica apresentada abaixo:

$$\sum_{i=1}^n CV_i \text{ onde } i \text{ são os seguintes custos:}$$

## Manutenção

Corresponde à previsão de despesas mensais com peças, acessórios e materiais de manutenção do veículo. Uma vez apuradas, essas despesas devem ser divididas pela quilometragem mensal percorrida, para se obter o valor por quilômetro.

### **Consumo de Combustível**

São as despesas efetuadas com combustível para cada quilômetro rodado pelo veículo. Essa despesa depende diretamente do preço do litro do combustível e do rendimento do veículo em km/L.

### **Lubrificantes**

São as despesas com a lubrificação interna do motor. Além da reposição total do óleo a cada 30.000 km rodados, admite-se uma reposição parcial até a próxima troca.

### **Lavagem e Lubrificação**

São as despesas com lavagem e lubrificação externa do veículo. O custo por quilômetro é obtido dividindo-se o custo de uma lavagem completa do veículo pela quilometragem recomendada pelo fabricante para lavagem periódica.

### **Consumo de Pneus**

São as despesas resultantes do consumo dos pneus utilizados no veículo e também no equipamento, quando se tratar de reboque ou semirreboque. Admite-se uma perda prematura de 7% das carcaças, ou seja, de cada vinte e oito pneus, vinte e seis permitem recuperação e dois são perdidos.

#### **2.1.3. Premissas de desempenho**

São as premissas que definem a produtividade que o transportador consegue desempenhar em determinada situação simulada.

### **Tonelagem Nominal**

É a capacidade de carga nominal do veículo.

### **Fator de Aproveitamento**

É a resultante da relação entre a distância percorrida com o veículo carregado e a distância percorrida com o veículo vazio. Por exemplo, se o veículo segue totalmente carregado em um sentido e retorna vazio, o fator de aproveitamento é de 50%.

### **Tonelagem Efetiva**

É dada pelo produto entre a tonelagem nominal e o fator de aproveitamento.

### **Velocidade Comercial**

É a velocidade média que o veículo costuma fazer para transportar cada tipo de carga. Em alguns trechos o veículo trafega com velocidade maior e em outros trechos com velocidade menor. A velocidade comercial é a média.

### **Horas Trabalhadas por Mês**

É a quantidade de horas em que o veículo circulou no mês.

### **Tempo de Carga e de descarga**

É o tempo médio gasto para carregar e o tempo médio gasto para descarregar o caminhão.

### **Rodagem mensal efetiva**

É a quantidade mensal efetiva que o veículo roda por mês.

### **Número de viagens por mês**

O número de viagens por mês é a quantidade de viagens que o transportador consegue realizar tendo em vista as premissas de velocidade média, considerando as determinações da lei do caminhoneiro (parada para descanso), dentre outros aspectos

## **2.2. Validação dos resultados**

Os simuladores *bottom-up* para o transporte rodoviário de cargas tiveram seus parâmetros revisados em 2019. Contudo, como será realizado um panorama de transporte inter-regional de cargas para o ano de 2017, que servirá como cenário base para outras simulações do PNL, é necessário que os custos de transporte estejam em valores com data-base de 2017<sup>3</sup>. Para essa conversão, foi utilizado o índice de preços IGP-DI, calculado pela Fundação Getúlio Vargas (FGV). Esse índice possui grande aplicação para cálculos inflacionários relacionados a projetos de infraestrutura e custos logísticos<sup>4</sup> visto que considera tanto parâmetros de construção civil quanto preços em relação à disponibilidade interna (importação e mercado interno) – sendo, portanto, sensível a mudanças nos preços de combustível, por exemplo.

---

<sup>3</sup> Vale destacar que para grande parte dos insumos, tais como preço de seguros, pneus e lubrificantes, não era possível obter valores de anos passados.

<sup>4</sup> Alguns exemplos: é utilizado como índice de reajuste das tarifas-teto ferroviárias pela ANTT. É utilizado também pelo DNIT para correção inflacionária nos Custos Médios Gerenciais, assim como nos dados mantidos no site do Observatório Nacional de Transporte e Logística (ONTL). Também é possível encontrar tal indexador sendo utilizado como correção inflacionária no Anuário Estatístico de Transportes, divulgado em conjunto pela EPL e pelo Ministério da Infraestrutura. Também é utilizado em estudos de viabilidade de infraestruturas de transporte, como em VALEC (2012).

Como será comentado posteriormente, todos os custos foram deflacionados para valores de 2017, de forma que, ao final, a proporção entre os custos de um modo para outro não se alterou e todos os custos estão na mesma data-base.

De acordo com o Banco Central do Brasil (BCB), o IGP-DI acumulou 12,63% de aumento entre dezembro de 2017, data-base considerada para as funções de impedância da simulação para 2017, e junho de 2019, data-base de referência das funções de custo entregues e validadas pelo Coordenador de Planos em 2019. Dessa forma, os custos rodoviários entregues em 2019 foram deflacionados por esse valor, resultando na seguinte Tabela 2: Custos rodoviários.

**Tabela 2: Custos rodoviários**

| Produto | Intercepto | + | Coeficiente | *Distância |
|---------|------------|---|-------------|------------|
| GSA     | 12.22      | + | 0.12        | *Distância |
| GSM     | 21.61      | + | 0.25        | *Distância |
| OGSM    | 17.10      | + | 0.19        | *Distância |
| GL      | 16.61      | + | 0.21        | *Distância |
| CGC     | 17.20      | + | 0.15        | *Distância |
| CGNC    | 15.50      | + | 0.15        | *Distância |

Os coeficientes da Tabela 2: Custos rodoviários foram calculados com base no simulador *bottom-up*. Para isso, simulou-se distâncias no *bottom-up* e, depois, obteve-se os custos marginais a cada 1 km adicional. Isso acontece por o simulador possui uma relação linear (determinística) do custo de transporte e da distância percorrida. Vale destacar que essa forma de extração seria idêntica a rodar uma regressão estatística determinística, em que o indicador  $R^2$  sempre resultaria em 1 e os erros padrões sempre resultariam em zero. A mesma consideração pode ser feita para os outros modos de transporte que utilizam simuladores *bottom up*.

De modo a atestar a confiabilidade desses dados às curvas de frete, as funções de custo rodoviário passaram por uma validação. Para isso, foram utilizados dados de ofertas de frete reais a partir de dados do site Fretebrás.

O site Fretebrás é uma ferramenta pública que conecta empresas de transporte ou outros tipos de demandantes de transporte a transportadores e caminhoneiros autônomos, que constituem o principal público-alvo, por meio da disponibilização de uma plataforma que permite o pareamento entre a carga ofertada e o desejo de transporte do caminhoneiro. Desde 2016, a EPL realiza um *webscraping* de oferta de cargas do código HTML presente no site Fretebrás.

As informações coletadas apresentam as seguintes variáveis: origem e destino das cargas, com unidade da federação ou país (para cargas internacionais); produto; espécie

do produto (granel, caixas, tambores etc.); veículo desejado (bitrem, rodotrem, carreta etc.); distância entre origem e destino; valor do frete, que pode ser mostrado em tonelada ou com valor total, com ou sem pagamento de pedágio a parte.

As informações apresentadas pelo site Fretebrás fazem parte de um contexto maior e mais importante que deve ser entendido para a correta validação das funções de custo. Por mais que a vantagem em se utilizar a base do Fretebrás seja clara com as informações extraídas, conforme o parágrafo anterior indica, algumas precauções devem ser tomadas para a correta análise dos dados do Fretebrás. Uma lista das principais cautelas é elencada a seguir:

- a. As cargas ofertadas possuem como público-alvo caminhoneiros em busca de carga de retorno, conforme o site explicitamente sugere;
- b. Não existem validação dos dados presentes na oferta de carga – por exemplo, existem vários produtos escritos de forma errada e valores do frete inteiro que são descritos como “valor por tonelada”;
- c. Não há indicativo se a oferta de carga saiu do site pois ela foi aceita ou porque o ofertante desistiu da oferta. Esse é um importante fator para definir se houve o chamado *market cleaning*. O *market cleaning* ocorre quando todas as cargas ofertadas a fretes coerentes encontram caminhoneiros que queiram realizar essa viagem. Quando um caminhoneiro aceita transportar uma carga, há o “pareamento”<sup>5</sup>. No entanto, se o frete ofertado está abaixo dos padrões do mercado, pode ser que a carga nunca seja aceita por um caminhoneiro, causando a inexistência de pareamento e forçando o ofertante da carga a gerar uma nova oferta com frete maior ou simplesmente retirar a oferta dessa carga;
- d. As observações geradas pelo Fretebrás indicam grande preferência por composições rodoviárias de grande capacidade (como rodotrens, bitrens e carretas LS);
- e. Existência de ofertas de carga com uso de reboque/semi-reboque da transportadora, de forma que o caminhoneiro incorre apenas com custos do cavalo-mecânico e, conseqüentemente, a remuneração do frete é mais baixa.

Devido ao item “b”, é necessário que o usuário desse banco de dados seja cauteloso quanto à existência de erros de digitação, inclusive no valor do frete. Devido aos itens “a”, “c”, “d” e “e” anteriores, é necessário que o analista do banco de dados do Fretebrás tenha cautela quanto aos dados utilizados, pois é altamente provável que os fretes

---

<sup>5</sup> Em economia, é comum a utilização do termo “*match*” para as situações que satisfazem demandantes e ofertantes se encontram e realizam a troca/negócio do produto ou serviço. O “pareamento” entre demandantes e ofertantes só ocorrer caso a disposição a pagar dos demandantes seja igual ou maior ao preço definido pelos ofertantes, de modo que necessariamente o excedente social ao final da troca é igual ou maior ao excedente social antes da troca.

apresentados estejam subvalorizados em relação à realidade. De fato, esse último comentário pode ser exemplificado quando se compara os dados do SIFRECA-ESALQ com os do Fretebrás. É possível ainda que essas diferenças sejam ainda maiores já que os dados do Fretebrás provavelmente já incluem ICMS, enquanto os dados do SIFRECA não consideram esse imposto.

Deve-se lembrar ainda que o ano de 2017 foi marcado pelo descompasso entre o crescimento nos custos de transporte rodoviários, especialmente os custos de combustíveis, e os valores dos fretes ofertados. Essa situação, inclusive ressaltada por estudos internos da EPL, culminou na greve dos caminhoneiros em 2018.

Atentadas as precauções necessárias para a análise dos dados da Fretebrás, em especial a subvaloração dos fretes presentes, a base foi tratada seguinte três passos:

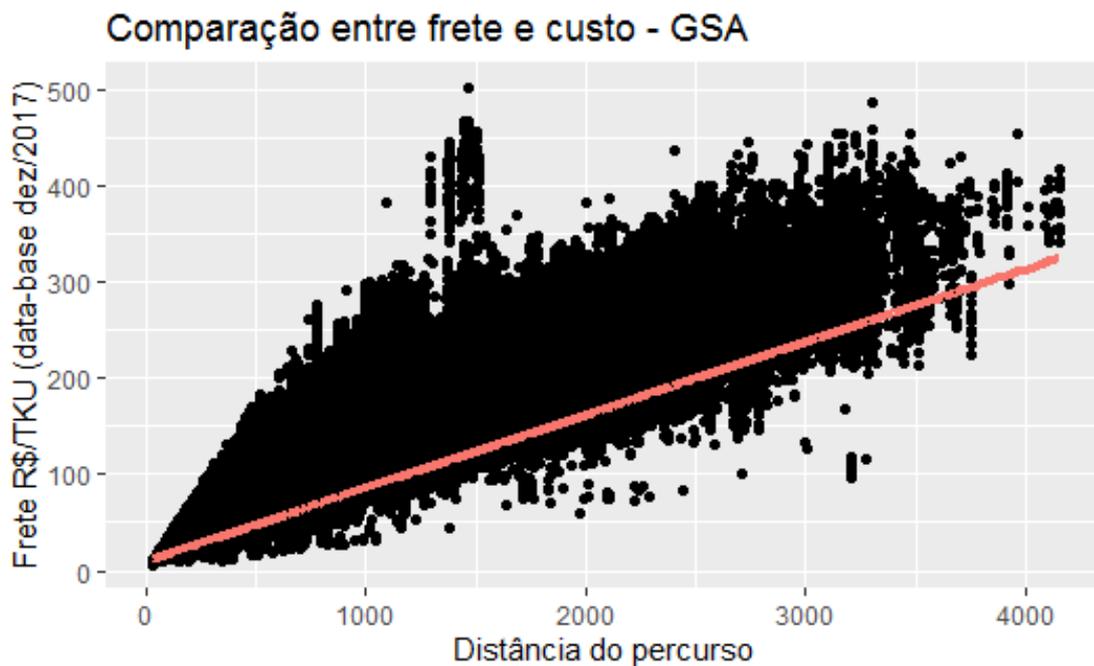
- a. As extrações dos dados foram feitas apenas para as observações que continham o produto com o nome escrito corretamente, conforme o *string* requisitado durante a extração;
- b. Foram utilizadas apenas as ofertas de cargas com declaração do valor de frete por tonelada;
- c. Foi aplicada o método dos quadrantes para eliminação de entradas *outliers*.

Foram coletados dados de janeiro de 2016 a março de 2020 e seus valores foram corrigidos para dezembro de 2017 utilizando o IGP-DI, como comentado anteriormente. Os produtos contidos nas extrações são listados a seguir:

- CGC: bebidas, sucos, carnes, alimentos, polímeros e plásticos, máquinas, fármacos, químicos, leite, borracha, papel, papéis, congelados, peça, motor, container;
- CGNC: tratores, automóveis, veículos, máquinas, siderúrgicos, ferro, vergalhão, chapa, lâminas;
- GL: combustíveis, diesel, gasolina, etanol, álcool, querosene, biodiesel, petróleo;
- GSM: minério de ferro;
- OGSM: fertilizantes, adubo, sal, escórias, gesso, cal, cimento, bauxita, manganês, cobre, níquel, alumínio, chumbo, molibdênio, titânio, nióbio, cinzas;
- GSA: soja, milho, farelo.

O simulador de custos também sofreu algumas alterações para se aproximar mais do valor de frete de retorno: o custo de oportunidade foi zerado e o fator de aproveitamento de carga de retorno foi definida como 100%. Os gráficos abaixo mostram a comparação entre o simulador de custos da EPL (em vermelho) e os dados do Fretebrás (em preto). Todos os valores estão sob data-base de dezembro de 2017.

Novamente, vale ressaltar que é esperado que os custos de transporte feitos pela EPL se localizem na parte inferior da nuvem de dados. Por exemplo, conforme Kotler (2000), a demanda exerce papel de limite máximo para o valor do frete, enquanto os custos exercem o papel de piso. Em Samuelson (1977), é possível verificar a partir de um modelo teórico que o frete é determinado pelo custo marginal do transporte acrescido do preço da mercadoria corrigido pelas elasticidades da demanda e da oferta. Martins (2008) indica que quanto mais próximas as estruturas de mercado de uma competição perfeita (isto é, mais elásticas as elasticidades de oferta e demanda), mais o frete se aproxima do custo marginal da atividade, evidenciando, novamente, que o custo é um limitador inferior do valor cobrado pelo serviço de transporte.



**Figura 1:** Comparação entre fretes e custos para o transporte rodoviário GSA

### Comparação entre frete e custo - GSM

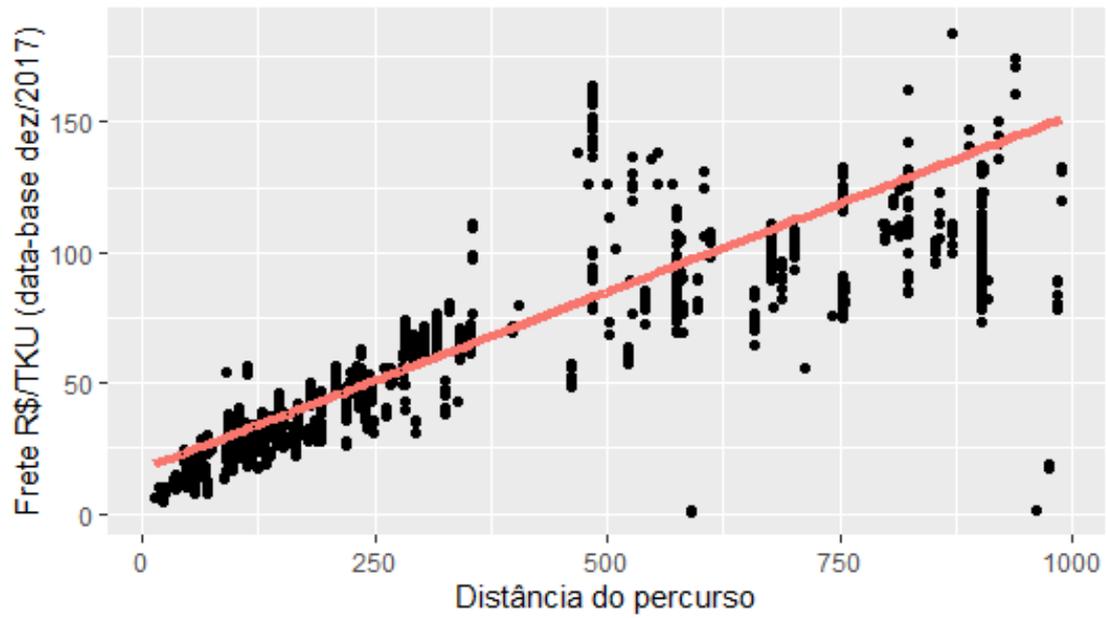


Figura 2: Comparação entre fretes e custos para o transporte rodoviário GSM

### Comparação entre frete e custo - OGSM

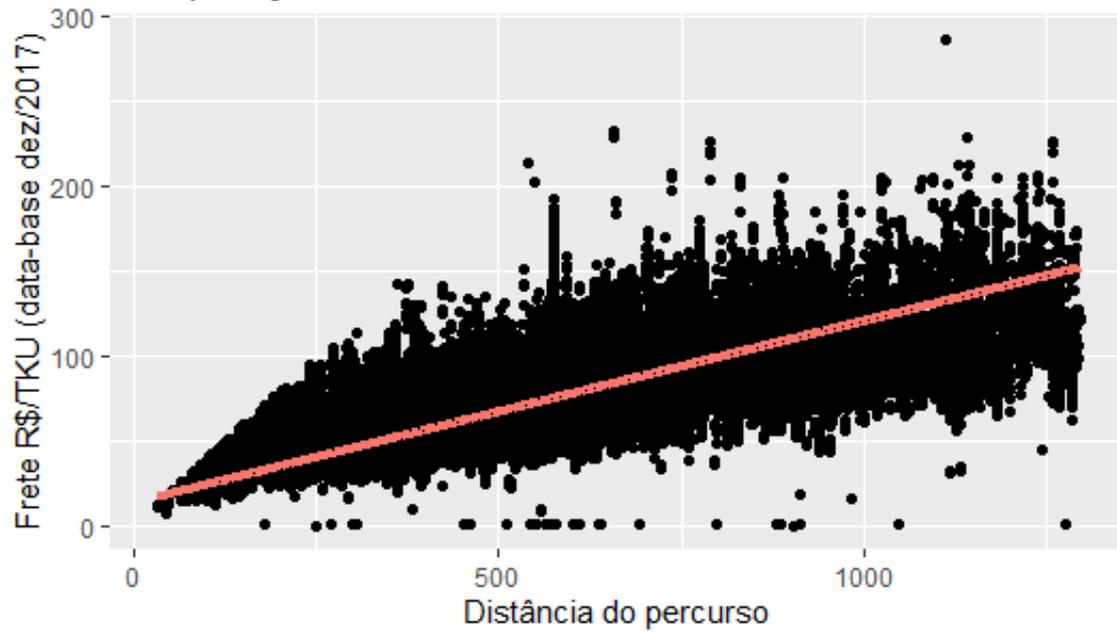
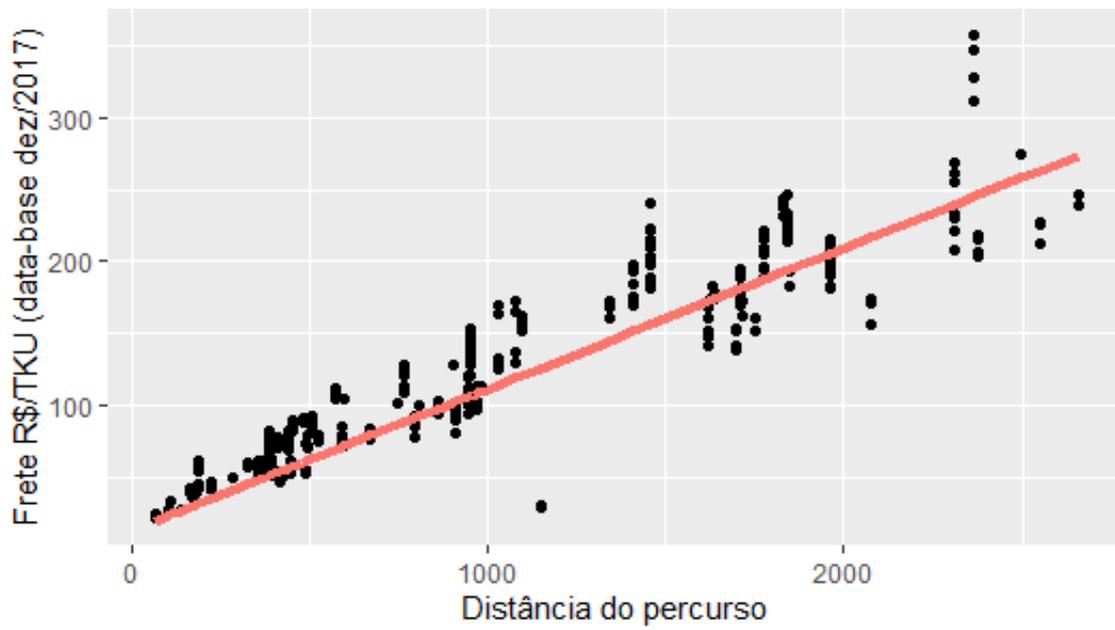


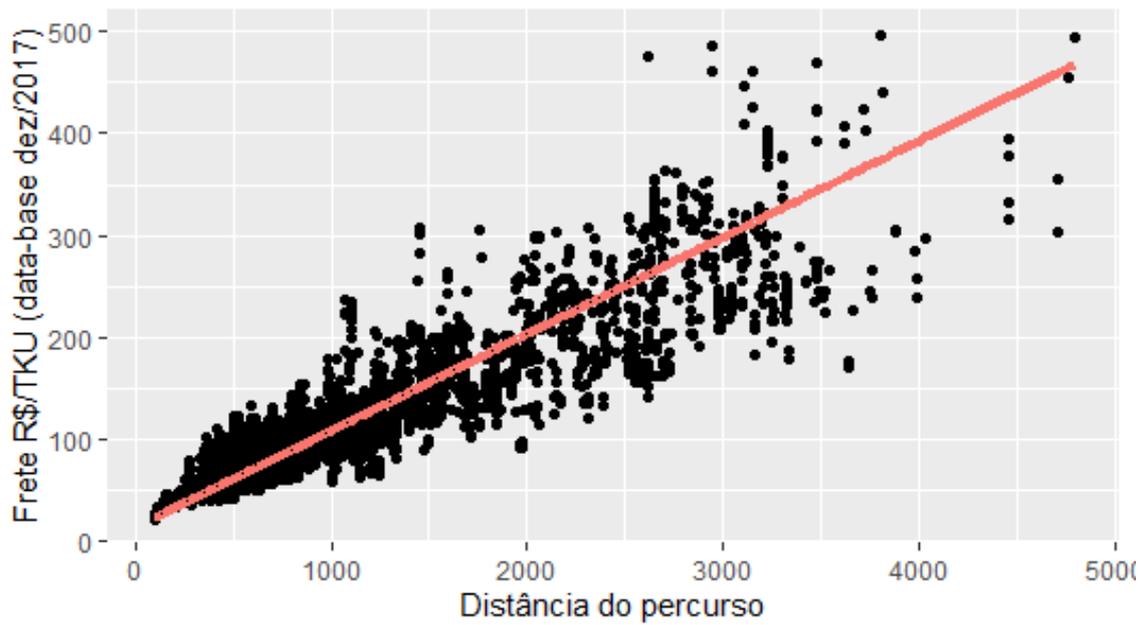
Figura 3: Comparação entre fretes e custos para o transporte rodoviário OGSM

### Comparação entre frete e custo - GL

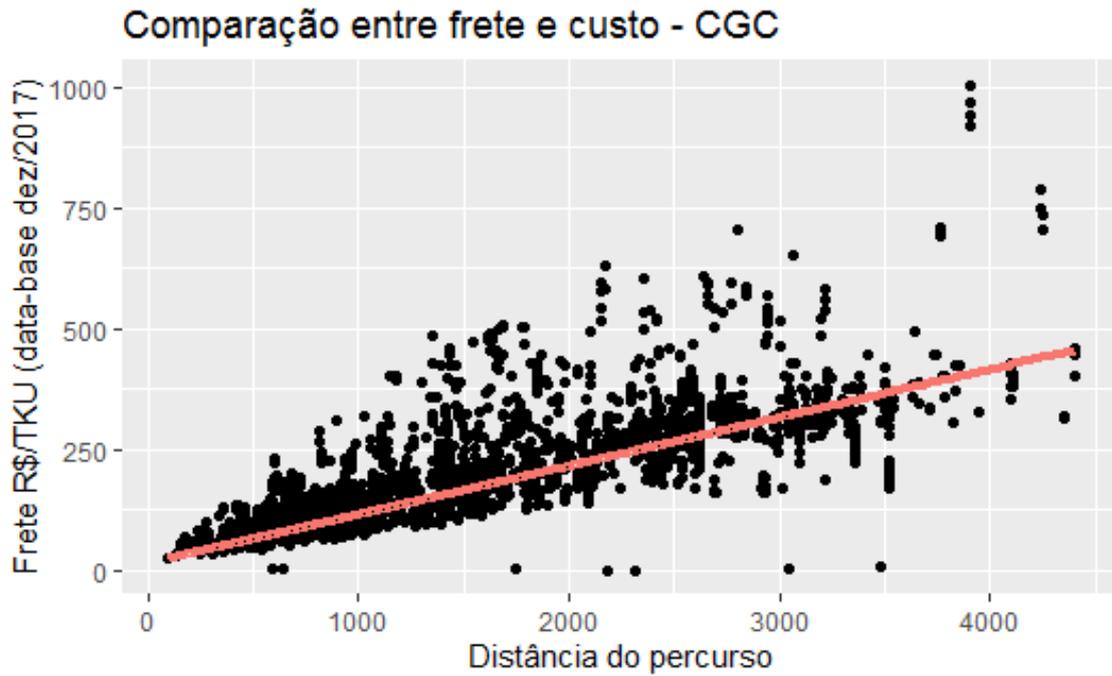


**Figura 4:** Comparação entre fretes e custos para o transporte rodoviário GL

### Comparação entre frete e custo - CGNC



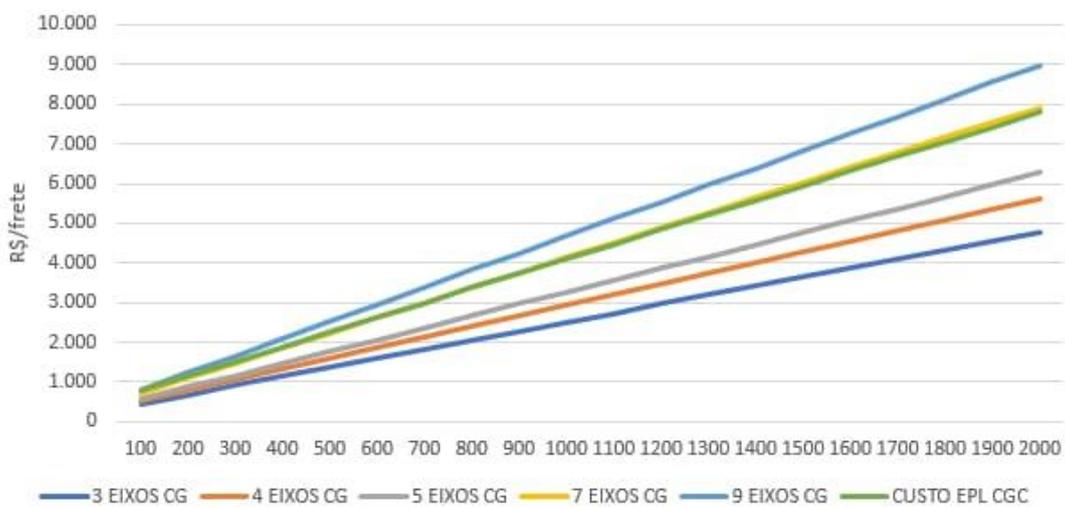
**Figura 5:** Comparação entre fretes e custos para o transporte rodoviário CGNC



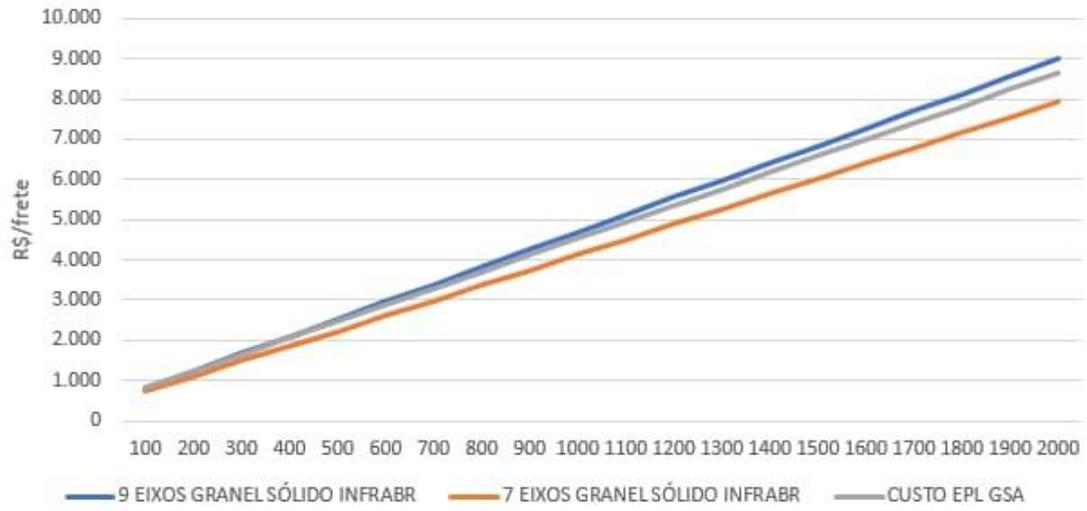
**Figura 6:** Comparação entre fretes e custos para o transporte rodoviário CGC

Como é possível perceber pelas figuras anteriores, o simulador de custos da EPL possui grande coerência com os dados extraídos do Fretebrás e serve, de modo geral e como esperado, como balizador inferior dos dados coletados. Portanto, conclui-se pela validação do simulador de custo de transporte da EPL.

Além da comparação ante os dados do Fretebrás, também foi feita uma validação em relação aos valores de frete mínimo em estudo do Ministério da Infraestrutura, coletados por meio do aplicativo InfraBR. Os dados foram bastante aderentes, como é possível ver pelos exemplos abaixo.



**Figura 7:** Comparação entre o simulador da EPL e dados do InfraBr (carga geral)



**Figura 8:** Comparação entre o simulador da EPL e dados do Infrabr (carga agrícola)

---

### 3. METODOLOGIA DE CUSTOS DE TRANSPORTE AQUAVIÁRIOS

#### 3.1. Estrutura do simulador *bottom-up* para transporte hidroviário

A navegação hidroviária no Brasil acontece em diferentes regiões geográficas do país em hidrovias com variadas condições de navegabilidade. Os comboios que navegam nas hidrovias da Bacia Amazônica são normalmente maiores e mais pesados que os que navegam nos rios da Região Sudeste ou Sul, por exemplo. Isto porque os rios das regiões Sul e Sudeste apresentam mais restrições à navegação que os rios da Região Norte. Esses aspectos influenciam sobremaneira os custos.

No intuito de modelar essas diferenças, pode-se dizer que rios como o Madeira ou o Amazonas apresentam restrição baixa, ou mesmo não apresentam restrições à navegação, permitindo grandes comboios, por vezes com 40 mil toneladas de carga ou mais. A hidrovia do Tietê, por outro lado, apresenta elevadas restrições à navegação devido, por exemplo, às configurações de largura e profundidade do canal e da necessidade de transposição de pontes e eclusas com passagens de tamanho limitado. Nesse rio, um comboio graneleiro típico atinge até 6 mil toneladas.

Por fim, um rio como o Tocantins pode ser considerado um rio em posição intermediária entre os dois exemplos acima. Esse rio teve inauguradas, em 2010, as eclusas para transposição da hidrelétrica de Tucuruí com câmaras de dimensões internas de 210 X 33m, permitindo a navegação de comboios graneleiros de 12 mil toneladas.

As simulações de custos hidroviários foram conduzidas com dados de hidrovias de restrição alta, média e baixa.

A estrutura básica do simulador de custos segue a lógica apresentada abaixo:

##### 3.1.1. Custos fixos

A lógica dos custos fixos segue a fórmula:

$$\sum_{i=1}^n CF_i \text{ onde } i \text{ são os seguintes custos:}$$

##### Remuneração do capital

Corresponde ao retorno esperado pelo empresário, ao realizar investimentos na produção. Entende-se que a remuneração do capital obtida deve ser suficiente para cobrir os custos de oportunidade do investidor. Essa taxa aplica-se ao montante investido em obras, instalações, veículos, máquinas ou equipamentos. É calculada conforme a metodologia proposta em STN (2015) especificamente para o modo de transporte.

### **Valor de compra da embarcação (R\$) e características gerais**

Gasto com aquisição da embarcação, em reais. Nesse trabalho foram considerados valores fornecidos por empresas de navegação em visitas técnicas a instalações portuárias feitas pela EPL.

### **Idade Média da Frota**

Representa a idade média de utilização de uma embarcação, levando em conta dados da frota nacional e dados do mercado. Nesse trabalho foram considerados 12,5 anos. O valor foi obtido após visitas técnicas em instalações portuárias e com dados da marinha mercante.

### **Gastos com salários da tripulação**

#### *Remuneração média (R\$)*

Para essa variável foram considerados valores médios conforme estudo sobre o transporte hidroviário de cargas. Dados obtidos em sindicatos.

#### *Quantidade de Tripulantes (inclui reserva)*

Foram consideradas as normas NORMAM nº 2, 12 e 13. A NORMAN 13 no capítulo 4 especifica as atribuições dos membros da tripulação, a partir do que pode ser estimada a tripulação de cada embarcação.

#### *Gastos com encargos sociais*

Percentual estimado de gastos com encargos sociais como FGTS, vale transporte, vale alimentação, dentre outros benefícios.

### **Depreciação da embarcação**

Foi considerado um período de depreciação de 25 anos ou 300 meses. Para os cálculos foi realizada uma divisão entre o valor de custo da embarcação pelo período de sua depreciação em meses.

### **Gastos com seguro**

Considera-se um percentual médio anual do valor da embarcação gasto por ano com seguro. Esse percentual foi calculado com base em estudos da EPL/Consultoria Accenture<sup>6</sup>, a partir de dados obtidos na Superintendência de Seguros Privados (SUSEP).

### **Outros (Administrativo)**

---

<sup>6</sup> Trabalho desenvolvido pela EPL em conjunto com a Consultoria Accenture em 2013.

Nesse item foram alocados os gastos administrativos e com suprimentos de bordo. Considerou-se que esses gastos foram equivalentes aos gastos com custeio da tripulação da embarcação.

### 3.1.2. Custos variáveis

A estrutura de custos variáveis segue a seguinte lógica:

$$\sum_{i=1}^n CV_i \text{ onde } i \text{ são os seguintes custos:}$$

#### **Gastos com manutenção das embarcações**

Corresponde à previsão de despesas mensais com peças, acessórios e materiais de manutenção da embarcação. Uma vez apuradas, essas despesas devem ser divididas pela distância mensal percorrida, para se obter o valor por quilômetro.

#### **Gastos com combustível**

São as despesas efetuadas com combustível por quilômetro percorrido pelo comboio. Essa despesa depende diretamente do preço do litro do combustível e do rendimento da embarcação em km/kg.

##### *Consumo de combustível por Kg/BHP/hora*

Representa o percentual de gasto de combustível em quilogramas por brake horse-power (medida de potência) por hora.

##### *Consumo de combustível kg/km*

Representa o produto do consumo do motor principal, em kg/BHP/hora pela potência, dividido pela velocidade média. Os valores obtidos dependem da distância efetivamente percorrida pela embarcação no período.

##### *Densidade do combustível*

É a densidade do óleo diesel marítimo. O valor adotado foi de 0,85kg/L.

##### *Preço do combustível*

É o preço médio do combustível utilizado. Os valores utilizados foram obtidos por meio de dados da Agência Nacional do Petróleo (ANP).

##### *Potência*

Foi realizada uma análise das potências mais adequadas segundo a capacidade de carga dos diferentes comboios, a partir da análise de dados de visitas técnicas.

#### *Velocidade média*

Foram consideradas as velocidades comerciais médias viáveis para cada tipo de comboio e níveis de restrição das hidrovias.

#### **Gastos com lubrificantes**

##### *Consumo de lubrificante em Kg/BHP/hora*

É o consumo médio do óleo lubrificante utilizado.

##### *Consumo de lubrificante por Kg/Km*

Trata-se da divisão do consumo de lubrificantes, obtido pela aplicação do fator de consumo à potência do navio, pela distância percorrida mensal.

##### *Densidade do lubrificante*

É a densidade do óleo lubrificante utilizado. O valor adotado foi de 0,900 kg/L.

##### *Preço do lubrificante*

É o preço médio do óleo lubrificante. Os valores utilizados foram obtidos por meio de pesquisa de mercado.

### **3.1.3. Premissas de desempenho**

#### **Tonelagem Nominal**

É a capacidade máxima de carga de cada comboio.

#### **Fator de Aproveitamento**

É a resultante da relação entre a distância percorrida com a embarcação carregada e a distância percorrida com a embarcação vazia. Se a embarcação segue totalmente carregada em um sentido e retorna vazia, o fator de aproveitamento será de 50%.

#### **Tonelagem Efetiva (média)**

É dada pelo produto entre a tonelagem nominal e o fator de aproveitamento.

#### **Velocidade Comercial**

É a velocidade média alcançada pelas embarcações no transporte de cargas, considerando diferentes situações de navegação. A velocidade é influenciada sobretudo

pelas características dos trechos navegados, condições climáticas e características da embarcação, como potência do motor, peso da embarcação, além do perfil e peso da carga. A velocidade comercial também pode ser influenciada por normas de segurança, como as emitidas pela Marinha do Brasil.

### **Horas em navegação (mês)**

É a quantidade de horas em que a embarcação navegou no mês. É resultante do número de dias e horas em operação, do número de viagens realizadas no mês e dos tempos médios de carga e descarga.

Nesse estudo, considera-se que a operação ocorre 24h por dia, 29 dias por mês, sendo o trigésimo dia considerado reserva técnica, podendo ser utilizado para realização de manutenção, treinamentos, ajustes nas escalas etc.

### **Tempo de Carga e de Descarga**

É o tempo médio gasto para carregar e o tempo médio gasto para descarregar a embarcação, em horas. Para todos os tipos de cargas e hidrovias utilizou-se o tempo médio de 24h para carga e 24h para descarga.

### **Distância percorrida (mês)**

É a quantidade mensal efetiva que o veículo percorre por mês.

### **Percurso**

É a distância entre os portos de origem e de destino. A distância deve ser imputada no simulador, conforme o caso, para o cálculo do custo associado ao transporte.

### **Número de Viagens por mês**

O número de viagens por mês é a quantidade de viagens que o transportador consegue realizar tendo em vista as premissas de distância, velocidade, tempo em navegação, tempo de carga e descarga, conforme abaixo:

### **Gastos com tributos (sobre a receita)**

Tributos que incidem sobre a receita. Adotou-se por padrão o agregado de 22,45%. De forma desagregada, são os tributos:

- IRPJ 5,00%;
- CSSL 1,80%;
- PIS 0,65%;
- COFINS 3,00%;

- ICMS 12,00%;

### 3.2. Validação dos resultados para o transporte hidroviário

As premissas de mudança de data-base dos custos de transporte hidroviários foram adotadas em conformidade com a metodologia utilizada para os custos de transporte rodoviários, expostos no tópico 2.2 (“Validação dos resultados” para o simulador de custo de transporte rodoviário, página 11). Abaixo, seguem as tabelas de custos do transporte hidroviário já com a data-base de 2017:

**Tabela 3:** Custos de transporte para hidrovias de alta restrição por classe de carga

| Tipo de restrição: alta |            |   |             |            |
|-------------------------|------------|---|-------------|------------|
| Produto                 | Intercepto | + | Coeficiente | *Distância |
| GSA                     | 81.283     | + | 0.0569      | *Distância |
| GSM                     | 75.833     | + | 0.0541      | *Distância |
| OGSM                    | 77.247     | + | 0.0551      | *Distância |
| GL                      | 115.231    | + | 0.0783      | *Distância |
| CGC                     | 183.655    | + | 0.1025      | *Distância |
| CGNC                    | 182.066    | + | 0.0890      | *Distância |

**Tabela 4:** Custos de transporte para hidrovias de média restrição por classe de cargas

| Tipo de restrição: média |            |   |             |            |
|--------------------------|------------|---|-------------|------------|
| Produto                  | Intercepto | + | Coeficiente | *Distância |
| GSA                      | 60.103     | + | 0.0318      | *Distância |
| GSM                      | 58.059     | + | 0.0311      | *Distância |
| OGSM                     | 59.141     | + | 0.0317      | *Distância |
| GL                       | 100.040    | + | 0.0513      | *Distância |
| CGC                      | 150.344    | + | 0.0647      | *Distância |
| CGNC                     | 148.737    | + | 0.0562      | *Distância |

**Tabela 5:** Custos de transporte para hidrovias de baixa restrição por classe de cargas

| Tipo de restrição: baixa |            |   |             |            |
|--------------------------|------------|---|-------------|------------|
| Produto                  | Intercepto | + | Coeficiente | *Distância |
| GSA                      | 44.599     | + | 0.0217      | *Distância |
| GSM                      | 42.555     | + | 0.0210      | *Distância |
| OGSM                     | 43.348     | + | 0.0213      | *Distância |
| GL                       | 100.040    | + | 0.0470      | *Distância |
| CGC                      | 150.344    | + | 0.0593      | *Distância |
| CGNC                     | 148.737    | + | 0.0530      | *Distância |

Assim como no caso do modo rodoviário, os coeficientes das Tabelas 4 a 6 não representam um ajuste estatístico, mas uma linearização do simulador *bottom-up*.

As validações das premissas utilizadas no simulador e dos resultados obtidos foram feitas em 2016 e 2017, a partir de conversas com entidades do setor e visitas técnicas a instalações portuárias.

### 3.3. Estrutura do simulador *bottom-up* para transporte de cabotagem

A estrutura básica do simulador de custos segue a lógica apresentada abaixo.

#### 3.3.1. Custos fixos

A estrutura de custos fixos segue a lógica abaixo:

$$\sum_{i=1}^n CF_i \text{ onde } i \text{ são os seguintes custos:}$$

##### **Remuneração do capital**

Corresponde ao retorno esperado pelo empresário, ao realizar investimentos na produção. Entende-se que a remuneração do capital obtida deve ser suficiente para cobrir os custos de oportunidade do investidor. Essa taxa aplica-se ao montante investido em obras, instalações, veículos, máquinas ou equipamentos. É calculada conforme a metodologia proposta em STN (2015) especificamente para o modo de transporte.

##### **Valor de compra da embarcação e características gerais**

Gasto com aquisição da embarcação, em reais. Nesse trabalho foram considerados valores pesquisados junto a empresas de cabotagem e valores obtidos em visitas técnicas da EPL.

##### **Idade média da frota**

Representa a idade média de utilização de uma embarcação, levando em conta dados da frota nacional e dados do mercado. Nesse trabalho foram considerados 12,5 anos. Valor obtido em visitas técnicas e dados da marinha mercante.

##### **Gastos com salários da tripulação**

Corresponde às despesas mensais com salário de tripulantes e horas extras, se houver. Para o estudo foram considerados:

*Remuneração média (R\$)*

Para essa variável foram considerados valores médios conforme a remuneração de fluviários.

---

### *Quantidade de Tripulantes (inclusive reserva)*

Foram consideradas as normas da Marinha do Brasil NORMAM nº 2, 12 e 13. A NORMAM 13, capítulo 4, especifica as atribuições dos membros da tripulação, a partir do que pode ser estimada a tripulação mínima de cada embarcação. Dados retirados de sindicatos setoriais.

### *Gastos com encargos sociais*

Percentual estimado de gastos com encargos sociais como FGTS, INSS, vale transporte, vale alimentação, dentre outros benefícios.

### **Depreciação da embarcação**

Foi considerado um período de depreciação de 25 anos ou 300 meses. Para apuração do custo mensal, foi realizada a divisão do valor de custo da embarcação pelo período de sua depreciação em meses.

### **Gastos com seguro**

Considera-se um percentual médio anual do valor da embarcação gasto por ano com seguro. Esse percentual foi calculado com base em dados obtidos na Superintendência de Seguros Privados (SUSEP).

### **Outros (Administrativo)**

Nesse item foram alocados os gastos administrativos e com suprimentos de bordo. Considerou-se que esses gastos foram equivalentes aos gastos com custeio da tripulação da embarcação. Para as embarcações de transporte de cargas gerais e de contêineres, considerou-se que há maior demanda de pessoal administrativo para cobrir áreas críticas para esses tipos de cargas, tais como as áreas comerciais e de relacionamento com clientes. Assim, o gasto administrativo considerado foi de uma vez e meia o gasto com custeio da tripulação nos demais casos.

### **3.3.2. Custos variáveis**

A estrutura básica do simulador de custos, na parte de custos variáveis, segue a lógica apresentada abaixo:

$$\sum_{i=1}^n CV_i \text{ onde } i \text{ são os seguintes custos:}$$

### **Gastos com manutenção da embarcação**

Corresponde à previsão de despesas mensais com peças, acessórios e materiais de manutenção da embarcação. Uma vez apuradas, essas despesas devem ser divididas pela distância mensal percorrida, para se obter o valor por quilômetro.

### **Gastos com combustível**

São as despesas efetuadas com combustível para cada quilômetro percorrido pela embarcação. Essa despesa depende diretamente do preço do litro do combustível e do rendimento da embarcação em km/kg.

#### *Consumo por Kg/BHP/hora*

Representa o percentual de gasto de combustível em quilogramas por *brake horse-power* (medida de potência) por hora. Os valores utilizados foram obtidos por meio de levantamentos de campo, valores utilizados em trabalhos acadêmicos e dados reais de embarcações. Esse fator foi utilizado para todas as embarcações.

#### *Consumo kg/km - motor principal*

Representa o produto do consumo do motor principal, em kg/BHP/hora pela potência, dividido pela velocidade média. Os valores obtidos dependem da distância efetivamente percorrida pela embarcação no período.

#### *Consumo kg/km - sistemas auxiliares – porto*

Representa o consumo médio mensal dos sistemas auxiliares, em kg/km, enquanto o navio se encontra atracado no porto.

#### *Consumo kg/Km - sistemas auxiliares – navegando*

Representa o consumo médio mensal dos sistemas auxiliares, em kg/km, enquanto o navio se encontra em navegação.

#### *Densidade do combustível*

É a densidade do combustível obtida em tabela da Petrobras. O valor adotado foi de 0,985kg/L.

#### *Preço do combustível*

É o preço médio do combustível utilizado. Dados obtidos através de análise de dados da Agência Nacional do Petróleo (ANP).

#### *Potência*

Valores assumidos para navios típicos de transporte para as categorias de cargas consideradas, conforme verificações em visitas técnicas.

### **Gastos com lubrificantes**

Compreende os aspectos que impactam o consumo de lubrificantes pela embarcação:

#### *Consumo de lubrificantes por Kg/BHP/hora*

É o consumo médio do óleo lubrificante utilizado.

#### *Consumo de lubrificantes por Kg/Km*

Trata-se da divisão do consumo de lubrificantes, obtido pela aplicação do fator de consumo à potência do navio, pela distância percorrida mensal.

#### *Densidade do lubrificante*

É a densidade do lubrificante, conforme levantamento feito por esta EPL, o valor adotado foi de 0,900 kg/L.

#### *Preço do lubrificante*

É o preço médio do óleo lubrificante. Os valores utilizados foram obtidos por meio de pesquisa de mercado.

### **3.3.3. Premissas de desempenho**

#### **Tonelagem Nominal**

É a capacidade máxima de carga de cada embarcação.

#### **Fator de Aproveitamento**

É a resultante da relação entre a distância percorrida com a embarcação carregada e a distância percorrida com a embarcação vazia. Se a embarcação segue totalmente carregada em um sentido e retorna vazia, o fator de aproveitamento será de 50%.

#### **Tonelagem Efetiva (média)**

É dada pelo produto entre a tonelage nominal e o fator de aproveitamento.

#### **Velocidade Comercial**

É a velocidade média alcançada pelas embarcações no transporte de cargas, considerando diferentes situações de navegação. A velocidade é influenciada sobretudo pelas características dos trechos navegados, condições climáticas e características da embarcação, como potência do motor, peso da embarcação, além do perfil e peso da

carga. A velocidade comercial também pode ser influenciada por normas de segurança, como as emitidas pela Marinha do Brasil.

### **Horas em navegação (mês)**

É a quantidade de horas em que a embarcação navegou no mês. É resultante do número de dias e horas em operação, do número de viagens realizadas no mês e dos tempos médios de carga e descarga.

Nesse estudo, considera-se 29 o número de dias de operação mensal, sendo o trigésimo dia considerado reserva técnica, podendo ser utilizado para realização de manutenção, treinamentos, ajustes nas escalas etc.

### **Tempo de Carga e de descarga**

É o tempo médio gasto para carregar e descarregar a embarcação, em horas.

### **Número de Viagens por mês**

O número de viagens por mês é a quantidade de viagens que o transportador consegue realizar tendo em vista as premissas de velocidade média, tempo de carga e descarga e outros aspectos da navegação.

### **Percurso**

É a distância entre os portos de origem e de destino. A distância deve ser imputada no simulador, conforme o caso, para o cálculo do custo associado ao transporte.

### **Distância percorrida (mês)**

É a distância efetivamente percorrida por mês.

### **Gastos com tributos (sobre a receita)**

Tributos que incidem sobre a receita. Adotou-se por padrão o agregado de 22,45%. De forma desagregada, são os tributos:

- IRPJ 5,00%;
- CSSL 1,80%;
- PIS 0,65%;
- COFINS 3,00%;
- ICMS 12,00%;
- AFRMM 0,00%.

A alíquota do AFRMM foi mantida em 0,0% em virtude das regras de exceção desse tributo. Em algumas situações reais, entretanto, pode haver incidência do tributo com a alíquota de 10%.

### 3.4. Validação dos resultados para o transporte de cabotagem

As premissas de mudança de data-base dos custos de transporte cabotagem foram adotadas em conformidade com a metodologia utilizada para os custos de transporte rodoviários, expostos no tópico 2.2 (“Validação dos resultados” para o simulador de custo de transporte rodoviário, página 16). Abaixo, seguem as tabelas de custos de transporte de cabotagem já com a data-base de 2017:

**Tabela 6:** Custos de transporte por cabotagem, em R\$/ton (data-base 2017)

| Produto | Intercepto | + | Coefficiente | *Distância |
|---------|------------|---|--------------|------------|
| GSA     | 15.5298    | + | 0.0254       | *Distância |
| GSM     | 13.7515    | + | 0.0234       | *Distância |
| OGSM    | 14.0078    | + | 0.0239       | *Distância |
| GL      | 18.1285    | + | 0.0376       | *Distância |
| CGNC    | 25.4166    | + | 0.0427       | *Distância |
| CGC     | 27.6255    | + | 0.0379       | *Distância |

Assim como no caso do modo rodoviário, os coeficientes da Tabela 7 não representam um ajuste estatístico, mas uma linearização do simulador *bottom-up*.

As validações das premissas utilizadas no simulador e dos resultados obtidos foram feitas em 2016 e 2017, a partir de conversas com entidades do setor e visitas técnicas a instalações portuárias. Também são continuamente revalidadas em conjunto com a ANTAQ e foram validados em conjunto com a SEP.

### 3.5. Custos para transporte marítimo de longo curso

Para esse transporte, adaptou-se o simulador *bottom-up* do transporte de cabotagem para o transporte de longo curso. Foram feitas alterações nos tributos, nas tripulações mínimas e de reserva, alteração de capacidade, potência etc.

Os custos para o transporte de longo curso são descritos na tabela abaixo:

**Tabela 7:** Custos de transporte por cabotagem, em R\$/ton (data-base 2017)

| Produto | Intercepto | + | Coefficiente | *Distância |
|---------|------------|---|--------------|------------|
| GSA     | 9,79941    | + | 0,0160       | *Distância |
| GSM     | 6,84009    | + | 0,0116       | *Distância |
| OGSM    | 6,96756    | + | 0,0118       | *Distância |
| GL      | 8,30888    | + | 0,0172       | *Distância |
| CGNC    | 14,14989   | + | 0,0237       | *Distância |
| CGC     | 14,57914   | + | 0,0200       | *Distância |

---

## 4. METODOLOGIA DE CUSTOS DE TRANSPORTE FERROVIÁRIOS

A empresa ainda não possui um simulador do tipo “*bottom-up*” para ferrovias, por mais que já esteja desenvolvendo essa ferramenta a partir de *softwares* de simulação de marcha e que estará disponível para versões futuras do PNL.

Nesse sentido são utilizados dados da base do Sistema de Acompanhamento e Fiscalização do Transporte Ferroviário (SAFF) da Agência Nacional de Transporte Terrestre.

### 4.1. Tratamento dos dados do SAFF-ANTT

Foi utilizada a base do Sistema de Acompanhamento e Fiscalização do Transporte Ferroviário (SAFF) da Agência Nacional de Transporte Terrestre (ANTT). O SAFF é constituído por uma extensa base de dados, contendo informações sobre o transporte ferroviário de interesse da ANTT.

O SAFF é composto, para efeito de sistematização funcional, por dados provenientes do Cadastro Ferroviário Nacional (CAFEN), do Acompanhamento do Desempenho Operacional (SIADÉ), do Registro de Informações de Fiscalização (RIF), do Registro de Acidentes Graves (RAG) e do Mapeamento Georreferenciado (GEO).

Foram analisadas todas as malhas férreas comerciais do país. São elas: Rumo Malha Norte (RMN), Rumo Malha Oeste (RMO), Rumo Malha Paulista (RMP), Rumo Malha Sul (RMS), Estrada de Ferro Carajás (EFC), Estrada de Ferro Paraná-Oeste (EFPO), Estrada de Ferro Vitória Minas (EFVM), Ferrovia Centro-Atlântica (FCA), Ferrovia Norte-Sul Tramo Norte (FNSTM), Ferrovia Tereza Cristina (FTC), Malha Regional Sudeste Logística (MRS), Ferrovia Transnordestina Logística S.A. (TLSA).

Para apuração dos custos do transporte ferroviário foram realizados diversos procedimentos em relação à base de dados do SAFF. Primeiramente, os dados referentes aos eventos de transporte foram separados em planilhas segundo as malhas ferroviárias. Em seguida os registros foram classificados segundo as cinco categorias de cargas utilizadas. Na sequência, os eventos de transporte de uma mesma malha ferroviária e mesma categoria de carga foram separados por faixas quilométricas, com exclusão de eventuais outliers. Em seguida, os custos médios foram apurados por faixa quilométrica. Os custos médios por faixa quilométrica foram utilizados para a apuração da função de custo da ferrovia, por tipo de carga.

O detalhamento da metodologia segue abaixo:

#### **Construção das faixas de distância**

A criação das faixas de distâncias foi baseada na análise qualitativa das características próprias das malhas ferroviárias, considerando a proximidade das distâncias percorridas no transporte, para cada malha ferroviária. Eventos de transporte realizados em distâncias similares, em cada malha, foram agregados para a apuração da média de custo praticada para cada faixa de distância.

Quando distâncias diferentes foram utilizadas para compor uma mesma faixa quilométrica, a distância assumida pela faixa foi a média das distâncias, ponderada pelo volume de carga transportado em cada evento de transporte.

### **Eliminação de outliers**

Separados os eventos de transporte em faixas de distâncias, tornou-se possível a identificação de eventuais outliers, relativamente ao custo praticado pelo transporte. A condição para a existência de outliers é a existência de valores distintos para tarifas ferroviárias praticadas, dentro de uma mesma faixa quilométrica.

Embora exista um teto tarifário regulado pela ANTT, existem diferentes modalidades de contratos de transporte praticadas pelas concessionárias de ferrovias. Esses contratos podem ser, por um lado, de longo prazo, podendo envolver coparticipação do cliente nos investimentos realizados nas vias ou no material rodante dedicados ao seu atendimento. Em muitos casos, existem também nesses contratos cláusulas de garantia de volume mínimo de carga a ser transportada, também conhecidas como cláusula de *take or pay*. Nesses casos, o custo unitário do transporte será relativamente mais baixo.

Por outro lado, também existem contratos de curto prazo, que não preveem coparticipação ou cláusula de *take or pay*. Em muitos casos, os contratos podem se referir a um único evento de transporte em momentos de escassez de oferta de transporte, como nos meses de safra. Nesses casos, a tarifa de transporte tende a ser mais alta, se aproximando do teto tarifário e do valor cobrado no modo rodoviário.

Para identificação e exclusão dos outliers foi utilizado o método Box Plot, que consiste nas seguintes etapas elencadas abaixo:

- Calcula-se a mediana, o quartil inferior (Q1) e o quartil superior (Q3);
- Subtrai-se o quartil superior do quartil inferior = (L)
- Os valores que estiverem no intervalo de  $Q3+1,5L$  e  $Q3+3L$  e no intervalo  $Q1-1,5L$  e  $Q1-3L$ , podem constituir outliers, podendo ser aceitos na população com alguma suspeita ou eliminados;
- Os valores que forem maiores que  $Q3+3L$  e menores que  $Q1-3L$  devem ser considerados suspeitos de pertencer à população, devendo ser investigada a origem da dispersão. Estes pontos são chamados de extremos, devendo ser eliminados.

Por fim, a eliminação foi feita observando-se também a consistência do valor analisado em relação às tarifas praticadas não só na própria faixa, como também nas faixas quilométricas imediatamente superiores e inferiores.

### Tarifa média ponderada pela distância

Para cada faixa de distância, foi calculada a tarifa média ponderada. A ponderação se deu pelo volume de cargas transportadas, medido em TU. Assim, o valor de frete ferroviário efetivamente cobrado em cada evento de transporte, dentro de uma mesma faixa quilométrica, contribuiu para a composição da tarifa média ponderada, mas com pesos distintos, conforme o volume de carga transportada em cada evento de transporte.

### Construção das funções

Para cada tipo de carga transportada, obteve-se um conjunto de dados, contendo uma sequência de distâncias de transporte e os respectivos valores de fretes praticados. A partir desses dados foi realizada a regressão linear dos dados de distâncias e tarifas pelo método clássico de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). O polinômio de grau 1 resultante é a função de custo específica para cada malha e produto.

#### 4.2. Validação dos resultados

As premissas de mudança de data-base dos custos de transporte ferroviário foram adotadas em conformidade com a metodologia utilizada para os custos de transporte rodoviários, expostos no tópico 2.2 (“Validação dos resultados” para o simulador de custo de transporte rodoviário, página 16). Dessa forma, a tabela expõe as novas funções de custo em reais por tonelada (com exceção para a carga GL, que está em R\$/m<sup>3</sup>) para data-base de 2017.

**Tabela 8:** Custos ferroviários por classe de carga e ferrovia.

| Ferrovia <sup>7</sup> | Carga | Coefficiente | Intercepto | Ferrovia <sup>1</sup> | Carga | Coefficiente | Intercepto |
|-----------------------|-------|--------------|------------|-----------------------|-------|--------------|------------|
| RMS                   | GSA   | 0,0159       | 21,2900    | RMS                   | GL    | 0,0739       | 7,4454     |
| RMP                   | GSA   | 0,0621       | 22,1121    | RMP                   | GL    | 0,0801       | 12,1747    |
| RMO                   | GSA   | 0,0271       | 10,6450    | RMO                   | GL    | 0,0778       | 2,4818     |
| RMN                   | GSA   | 0,0811       | -          | RMN                   | GL    | 0,0436       | -          |
| MRS                   | GSA   | 0,0620       | 6,2671     | MRS                   | GL    | 0,2592       | -          |
| FTL                   | GSA   | 0,0811       | -          | FTL                   | GL    | 0,1021       | -          |
| FTC                   | GSA   | -            | -          | FTC                   | GL    | -            | -          |
| FNSTN                 | GSA   | 0,0306       | -          | FNSTN                 | GL    | 0,0882       | -          |

<sup>7</sup> Foram utilizadas as seguintes siglas para as malhas ferroviárias: RMS: Rumo Malha Sul; RMP: Rumo Malha Paulista; RMO: Rumo Malha Oeste; RMN: Rumo Malha Norte; FTL: Ferrovia Transnordestina Logística S.A.; FTC: Ferrovia Tereza Cristina; FNSTN: Ferrovia Norte-Sul Tramo Norte; FCA: Ferrovia Centro Atlântica; EFVM: Estrada de Ferro Vitória-Minas; EFPO: Estrada de Ferro Paraná-Oeste; EFC: Estrada de Ferro Carajás.

|              |      |        |         |              |      |        |         |
|--------------|------|--------|---------|--------------|------|--------|---------|
| <b>FCA</b>   | GSA  | 0,0383 | -       | <b>FCA</b>   | GL   | 0,0573 | -       |
| <b>EFVM</b>  | GSA  | 0,0217 | -       | <b>EFVM</b>  | GL   | 0,0423 | -       |
| <b>EFPO</b>  | GSA  | 0,0674 | -       | <b>EFPO</b>  | GL   | 0,0778 | 2,4818  |
| <b>EFC</b>   | GSA  | 0,0306 | -       | <b>EFC</b>   | GL   | 0,1170 | -       |
| <b>RMS</b>   | GSM  | 0,0186 | 26,2387 | <b>RMS</b>   | CGC  | 0,0281 | 0,5173  |
| <b>RMP</b>   | GSM  | 0,0458 | 1,4313  | <b>RMP</b>   | CGC  | 0,0176 | -       |
| <b>RMO</b>   | GSM  | 0,1332 | -       | <b>RMO</b>   | CGC  | 0,0955 | -       |
| <b>RMN</b>   | GSM  | 0,0458 | 1,4313  | <b>RMN</b>   | CGC  | 0,0159 | -       |
| <b>MRS</b>   | GSM  | 0,0458 | 1,4313  | <b>MRS</b>   | CGC  | 0,0399 | 9,3319  |
| <b>FTL</b>   | GSM  | 0,0698 | 6,3484  | <b>FTL</b>   | CGC  | 0,0586 | -       |
| <b>FTC</b>   | GSM  | -      | -       | <b>FTC</b>   | CGC  | 0,0366 | -       |
| <b>FNSTN</b> | GSM  | 0,0201 | -       | <b>FNSTN</b> | CGC  | 0,0352 | 3,2200  |
| <b>FCA</b>   | GSM  | 0,0382 | 3,7285  | <b>FCA</b>   | CGC  | 0,0483 | 0,3281  |
| <b>EFVM</b>  | GSM  | 0,0042 | 13,1993 | <b>EFVM</b>  | CGC  | 0,0388 | 6,6897  |
| <b>EFPO</b>  | GSM  | 0,0633 | 9,9891  | <b>EFPO</b>  | CGC  | 0,0359 | -       |
| <b>EFC</b>   | GSM  | 0,0063 | 15,4294 | <b>EFC</b>   | CGC  | 0,0352 | 3,2200  |
| <b>RMS</b>   | OGSM | 0,0390 | 15,7012 | <b>RMS</b>   | CGNC | 0,0531 | 13,6103 |
| <b>RMP</b>   | OGSM | 0,0715 | -       | <b>RMP</b>   | CGNC | 0,0637 | 3,6137  |
| <b>RMO</b>   | OGSM | 0,0444 | -       | <b>RMO</b>   | CGNC | 0,0707 | -       |
| <b>RMN</b>   | OGSM | 0,0715 | -       | <b>RMN</b>   | CGNC | 0,0796 | -       |
| <b>MRS</b>   | OGSM | 0,0521 | 8,4175  | <b>MRS</b>   | CGNC | 0,0407 | 10,8412 |
| <b>FTL</b>   | OGSM | 0,0597 | 11,6296 | <b>FTL</b>   | CGNC | 0,0546 | 11,9430 |
| <b>FTC</b>   | OGSM | 0,2924 | -       | <b>FTC</b>   | CGNC | -      | -       |
| <b>FNSTN</b> | OGSM | 0,0715 | -       | <b>FNSTN</b> | CGNC | 0,0534 | -       |
| <b>FCA</b>   | OGSM | 0,0720 | -       | <b>FCA</b>   | CGNC | 0,0565 | -       |
| <b>EFVM</b>  | OGSM | 0,0528 | -       | <b>EFVM</b>  | CGNC | 0,0214 | 25,7220 |
| <b>EFPO</b>  | OGSM | 0,0444 | -       | <b>EFPO</b>  | CGNC | 0,0783 | -       |
| <b>EFC</b>   | OGSM | 0,0715 | -       | <b>EFC</b>   | CGNC | 0,0579 | 3,6137  |

É possível observar que para a Ferrovia Teresa Cristina (FTC) algumas funções estão zeradas tanto no intercepto quanto no coeficiente. Nesses casos, a ferrovia não comporta a classe de carga descrita.

É válido ressaltar que a Tabela 8 considera, em alguns casos, as funções ferroviárias estimadas para classes de cargas que algumas ferrovias não movimentam. Para isso, foi utilizada a Tabela 9 que sumariza as regras utilizadas nesses casos. Tais regras configuram utilizar funções de outras ferrovias (ou conjunto de ferrovias) que possuem operação e infraestrutura mais próxima da ferrovia que está recebendo a regra.

**Tabela 9** Regras consideradas para ferrovias que não transportam alguma classe de carga específica.

| Carga | Regras consideradas |                    |              |
|-------|---------------------|--------------------|--------------|
|       | GSA (R\$/t)         | GSM (R\$/t)        | OGSM (R\$/t) |
| RMS   | X                   | X                  | X            |
| RMP   | X                   | usar função da MRS | X            |

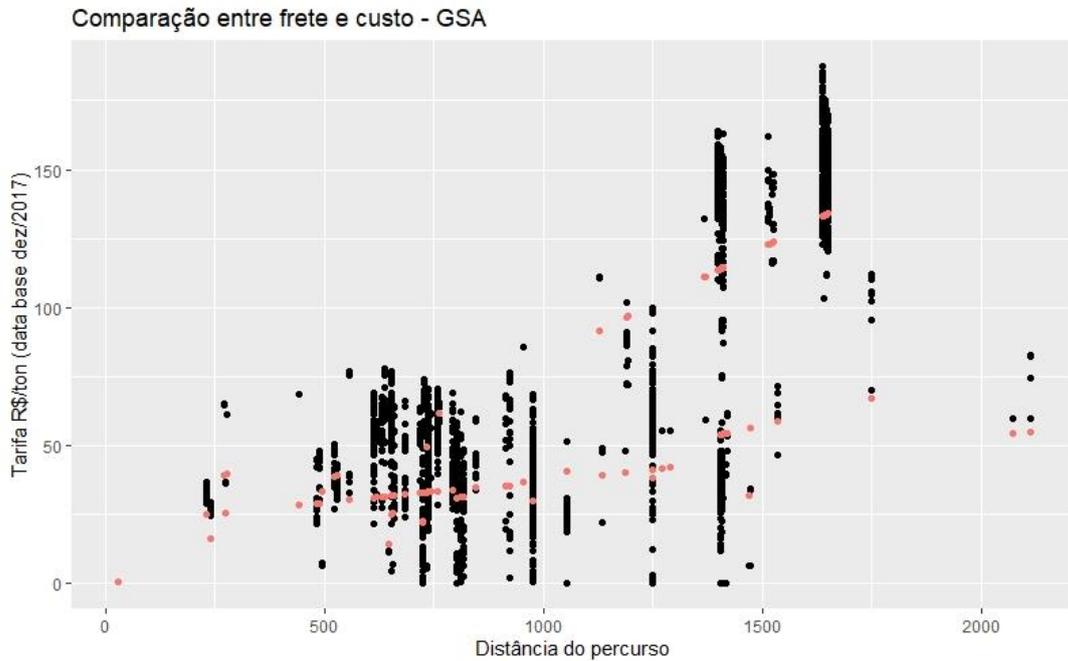
| Carga | Regras consideradas                        |  |  |
|-------|--|--|--|
|       | GSA (R\$/t)                                | GSM (R\$/t)                                | OGSM (R\$/t)                                 |
| RMO   | usar média entre funções da RMS e FCA      | X  | X  |
| RMN   | X  | usar função da MRS                         | usar função da RMP                           |
| MRS   | X  | X  | X  |
| FTL   | X  | X  | X  |
| FTC   | Não considerar regra                       | Não considerar regra                       | X  |
| FNSTN | X  | X  | usar função da RMP                           |
| FCA   | X  | X  | X  |
| EFVM  | X  | X  | X  |
| EFPO  | X  | usar média entre funções da RMS, RMO e FCA | usar função da RMO                           |
| EFC   | usar função da FNSTN                       | X  | usar função da RMP                           |
| Carga | GL (R\$/m <sup>3</sup> )                   | CGC (R\$/t)                                | CGNC (R\$/t)                                 |
| RMS   | X  | X  | X  |
| RMP   | X  | X  | usar RMN, RMO e MRS                          |
| RMO   | usar média entre funções da RMS, FTL e FCA | X  | X  |
| RMN   | X  | X  | X  |
| MRS   | X  | X  | X  |
| FTL   | X  | X  | X  |
| FTC   | Não considerar regra                       | X  | Não considerar regra                         |
| FNSTN | X  | usar média entre funções da MRS, FCA e RMP | X  |
| FCA   | X  | X  | X  |
| EFVM  | X  | X  | X  |
| EFPO  | usar média entre funções da RMS, FTL e FCA | X  | X  |
| EFC   | X  | usar média entre funções da MRS, FCA e RMP | usar média entre funções da FNSTN, MRS e RMN |

Devidamente classificadas e corrigidas para a nova data-base, as funções de custo foram revalidadas. Os dados utilizados possuem como fonte o SAFF, a partir de bases de dados de 2017 que a EPL mantém em sua rede interna.

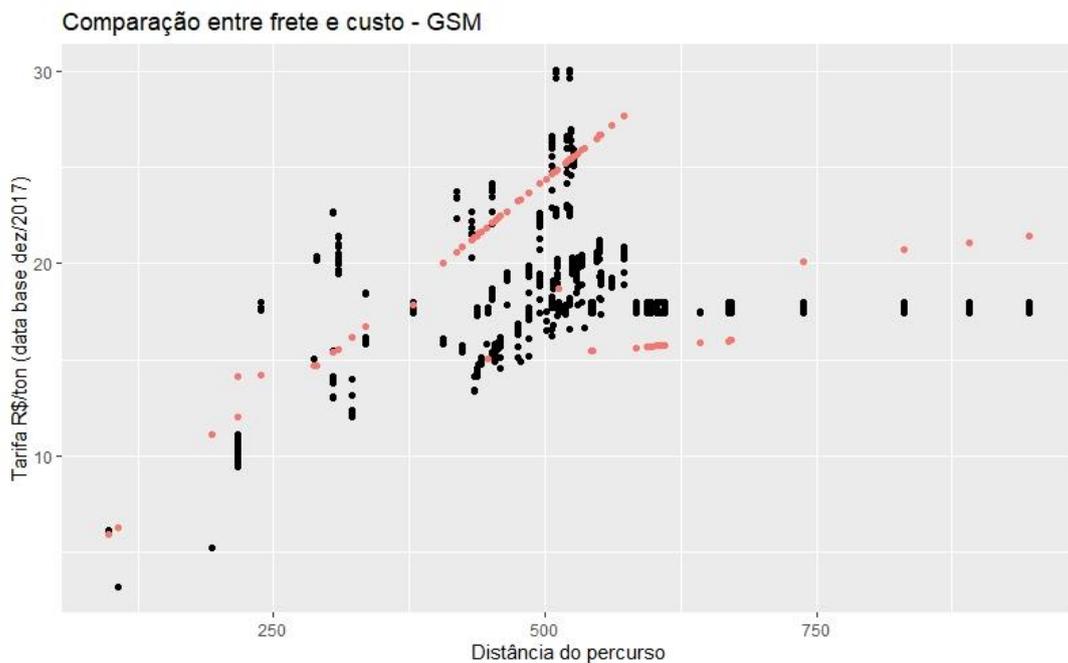
Os dados do SAFF possuem algumas anomalias e, portanto, devem ser analisados com cuidado. A principal precaução necessária se refere à existência de usuários investidores dentro da base de dados, o que geram fretes bastante abaixo do custo efetivo do transporte. Para que a base fosse possível de ser utilizada para validação das funções de custo, os seguintes tratamentos foram feitos:

- Retiradas todas as entradas com tarifa menor do que R\$ 0,01/ton, por serem excessivamente baixas;
- Aplicação do método dos quartis para retirada de *outliers*.

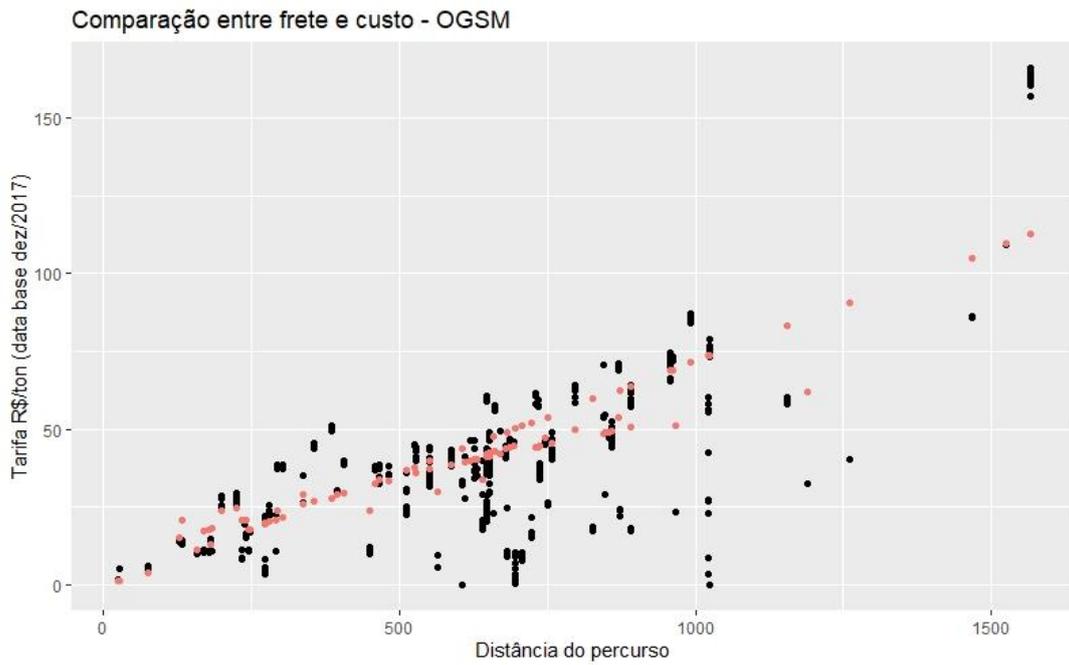
As figuras de comparação entre os dados do SAFF para 2017 (em valores de dezembro de 2017, pontos pretos) e as curvas de custos (pontos vermelhos) são expostos abaixo. Deve-se lembrar que, ao contrário do modo rodoviário, que apresentou curvas de custo retas, o modo ferroviário possui uma curva de custo para cada ferrovia, o que gera pontos distribuídos de forma não uniforme.



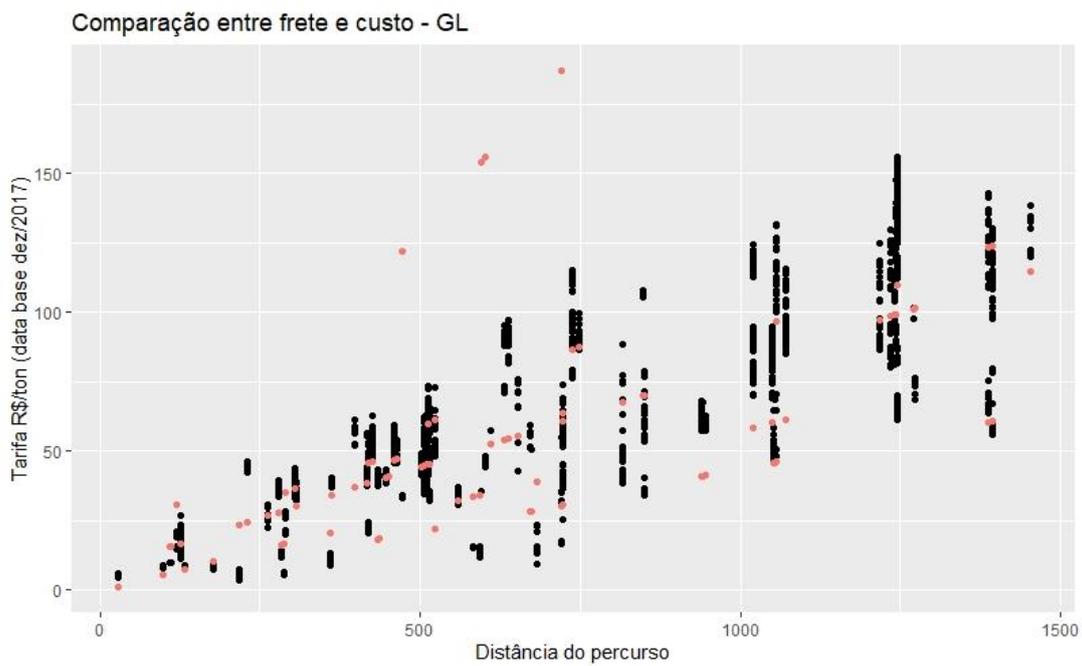
**Figura 9:** Comparação entre fretes e custos para o transporte rodoviário GSA



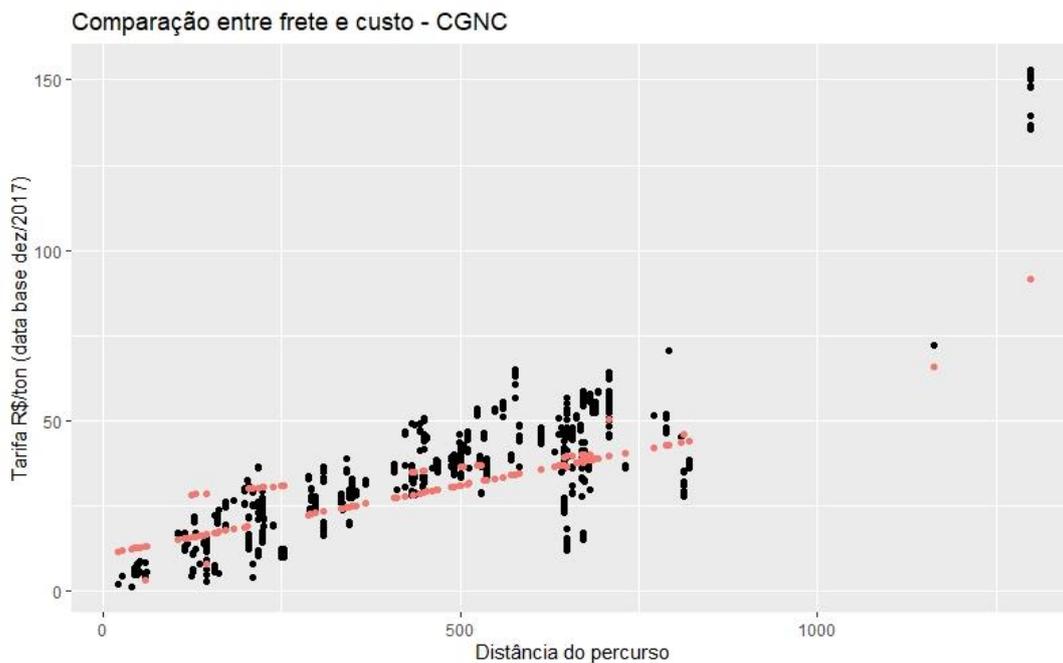
**Figura 10:** Comparação entre fretes e custos para o transporte rodoviário GSM



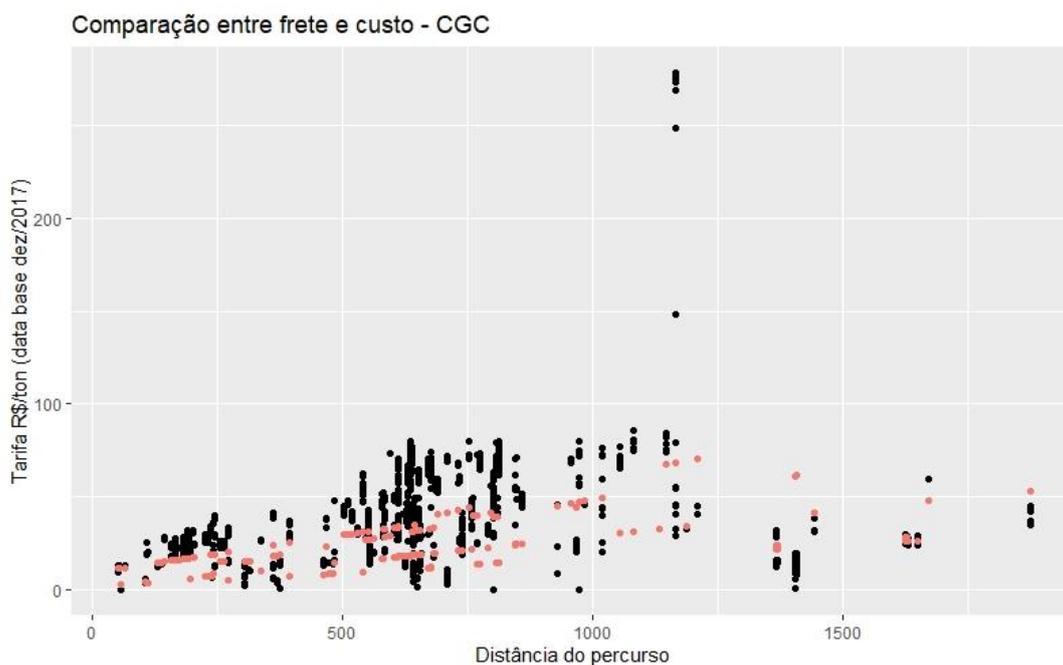
**Figura 11:** Comparação entre fretes e custos para o transporte rodoviário OGSM



**Figura 12:** Comparação entre fretes e custos para o transporte rodoviário GL



**Figura 13:** Comparação entre fretes e custos para o transporte rodoviário CGNC

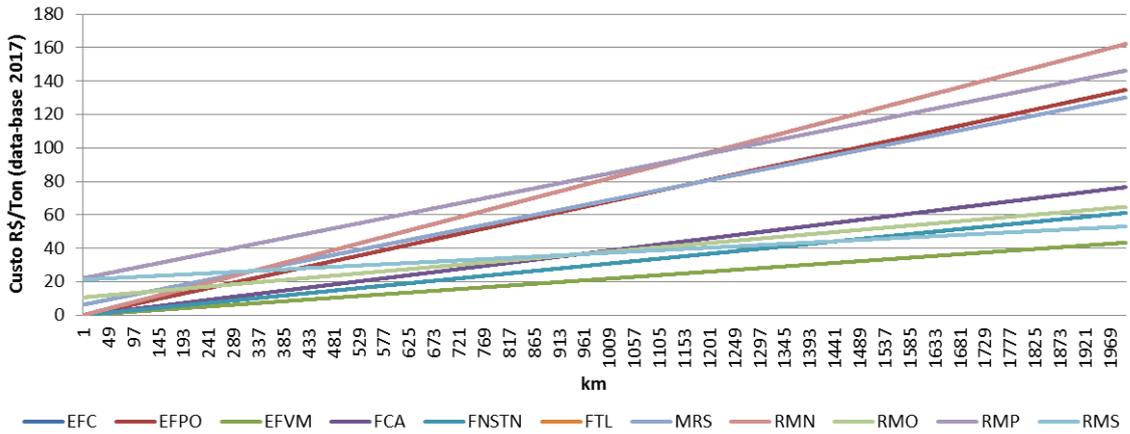


**Figura 14:** Comparação entre fretes e custos para o transporte rodoviário CGC

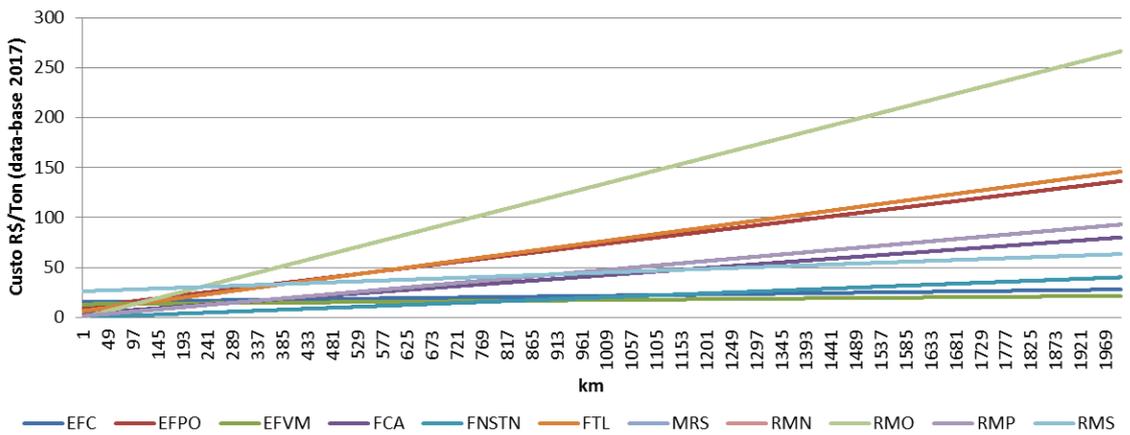
A análise dos gráficos anteriores permite afirmar que os custos de transporte ferroviários calculados pela EPL estão em conformidade com os dados de mercado disponibilizados pelo SAFF e, portanto, validados.

Vale destacar que os custos ferroviários obtidos pela EPL, assim como a metodologia desenvolvida, são continuamente validados em conjunto com a ANTT e já foram validados também com a VALEC.

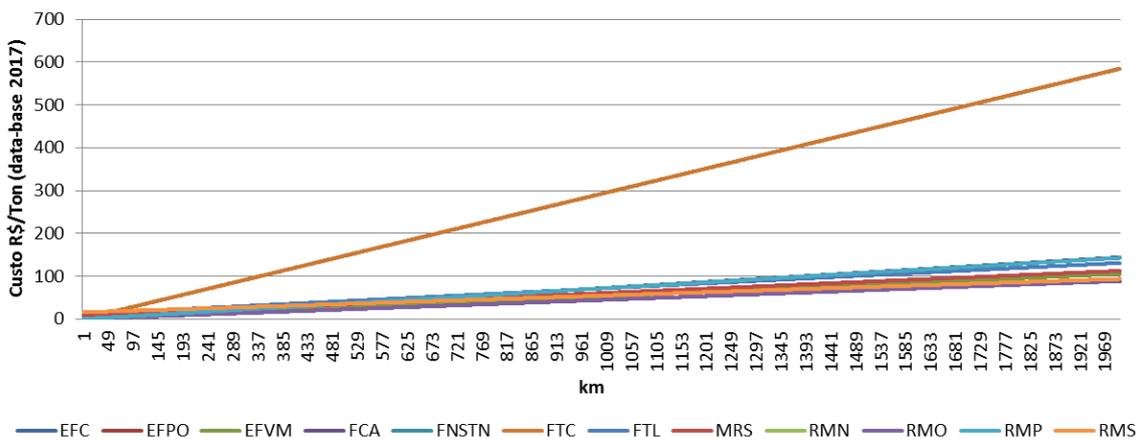
Os gráficos abaixo mostram as curvas de custo por produto:



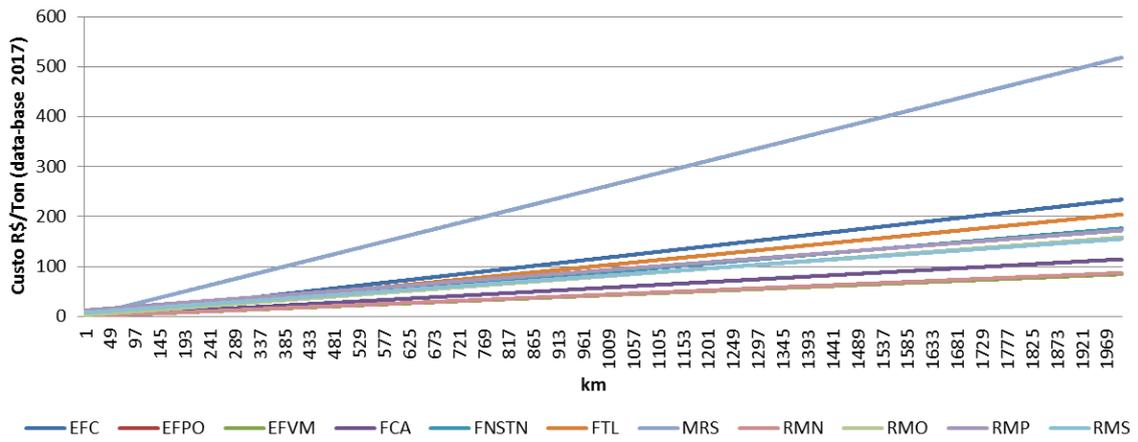
**Figura 15:** Curvas de custo para carga GSA



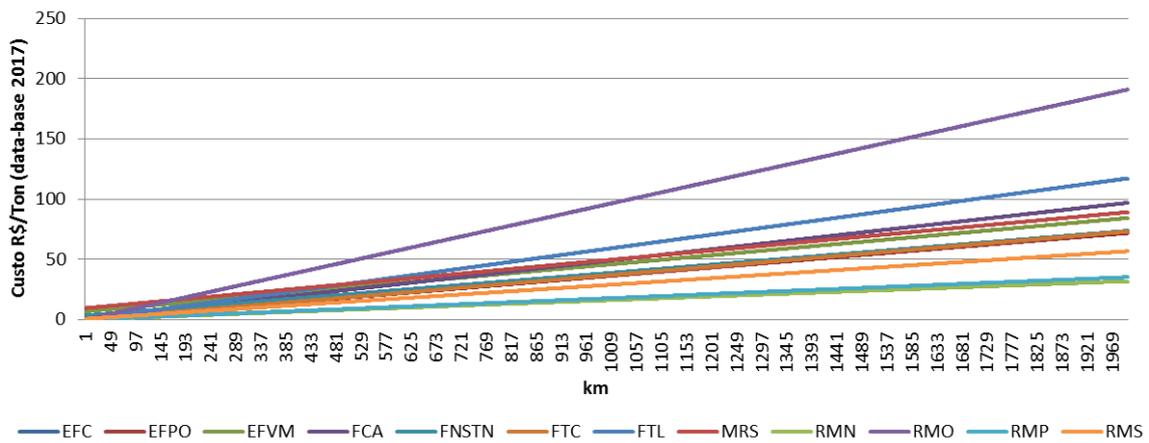
**Figura 16:** Curvas de custo para carga GSM



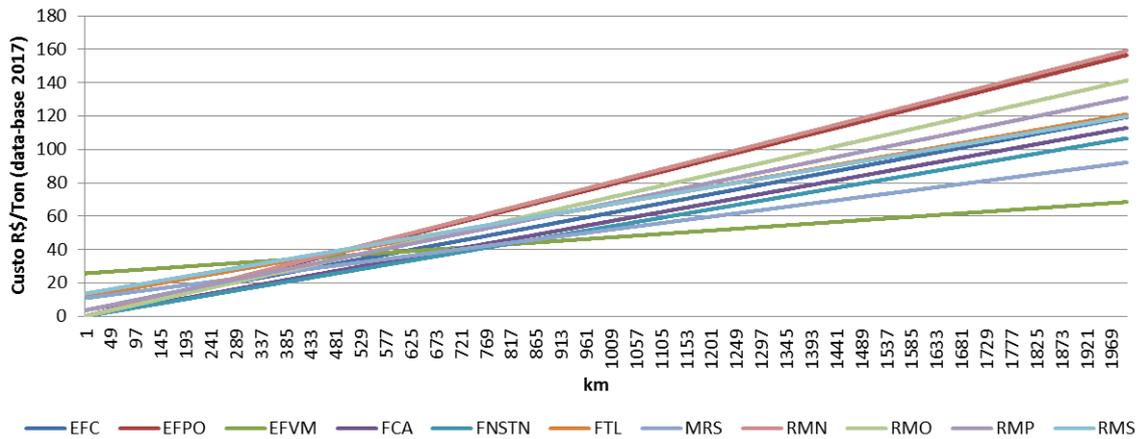
**Figura 17:** Curvas de custo para carga OGSM



**Figura 18:** Curvas de custo para carga GL



**Figura 19:** Curvas de custo para carga CGC



**Figura 20:** Curvas de custo para carga CGNC

## 5. METODOLOGIA DE CUSTOS DE TRANSBORDOS

Os simuladores de transbordo foram desenvolvidos segundo a mesma lógica geral dos outros simuladores *bottom up* já apresentados. Nessa lógica, foram apurados os principais custos fixos, custos variáveis, remuneração do capital e a produção anual de transbordo. Nos simuladores de transbordo, os custos e a produção foram anualizados, para facilitar a apuração do custo unitário de transbordo, medido em reais por tonelada movimentada.

Um capítulo importante foi a calibração da produção anual de transbordo. Para uma dada estrutura de transbordo, cujos custos totais tenham sido apurados, uma produção maior resultaria num custo unitário menor. Do mesmo modo, uma produção menor resultaria num custo unitário mais elevado. Por isto, o resultado das visitas técnicas aos terminais foi importante para a calibração da produtividade dos equipamentos em cada modalidade de transbordo, permitindo a representação das diferenças de produtividade observadas na prática.

Para todas as modalidades de transbordo, utilizou-se uma mesma estrutura básica de simulação, sendo diversos pressupostos de custos e de produtividade comuns a vários tipos de transbordo.

### 5.1. Estrutura do simulador *bottom-up* para transbordo

#### 5.1.1. Custos fixos

Assim como nos casos anteriormente apresentados, os custos fixos seguem a seguinte lógica:

$$\sum_{i=1}^n CF_i \text{ onde } i \text{ são os seguintes custos:}$$

#### Salários

Corresponde ao valor que os funcionários recebem anualmente por seu trabalho, levando em consideração sua jornada de trabalho. Nesse estudo foi usado um valor médio, compatível com o praticado no mercado. Utiliza-se ainda a premissa de 99% de encargos sociais e de 33,3% de benefícios indiretos, tais como vale alimentação, auxílio saúde e outros benefícios. Considera-se também o recebimento de um bônus anual equivalente ao valor de um salário mensal por empregado a título de prêmio de produtividade.

#### Número de funcionários

Simulou-se o número de funcionários que trabalham no terminal de transbordo. A premissa é que o número de empregados seja suficiente para o funcionamento

autônomo do terminal, significando que não se pressupõe a existência de uma matriz ou escritório central externo para que o terminal opere. O número de empregados pode variar conforme o tipo de transbordo e a movimentação alcançada. Foram considerados funcionários operacionais, administrativos e de apoio, tais como: gerente geral, responsável técnico, supervisor equipe, técnico de segurança, operadores de máquinas e equipamentos, ajudantes gerais, administrativos, portaria e segurança etc. Os números de empregados utilizados nas simulações mostraram-se compatíveis com os dados reais observados nas visitas técnicas realizadas.

### **Depreciação das instalações**

Para o cálculo do custo de depreciação das instalações é necessário, primeiramente, definir o custo das instalações e o tempo de depreciação.

### **Custo das instalações**

Nesse estudo, considerou-se um custo genérico de instalações por tonelada de capacidade estática de armazenamento disponível. Esse valor mostrou-se compatível com os dados reais observados. Os dados foram obtidos em visitas técnicas. Nesse custo estão incluídos:

- Aterros, cercamento e iluminação;
- Infraestrutura para instalação de silos e equipamentos;
- Pátios internos para circulação e operação;
- Instalações elétricas e hidráulicas; e
- Edificações não operacionais (edificação administrativa, portaria/guarita, galpão de manutenção etc.).

Além dessa infraestrutura básica, são requisitos para o funcionamento dos terminais de transbordo os acessos externos. Trata-se de desvios ferroviários, cais de atracação para as balsas do transporte hidroviário, vias de acesso rodoviário externo e pátios de regulação para caminhões.

### **Tempo de depreciação**

Nesse estudo foi considerado um período de depreciação das obras civis (instalações e acessos) de 40 anos. A depreciação é linear, bastando para o cálculo de seu custo anual a divisão do custo total das obras civis por 40.

### **Manutenção das instalações**

Corresponde ao percentual gasto anualmente com manutenção das instalações físicas do terminal em relação ao valor investido.

**Depreciação do maquinário**

Corresponde ao valor da depreciação do maquinário utilizado nos terminais.

**Seguros**

Representa os gastos com seguros das instalações e dos equipamentos do terminal. Esse fator foi levantado junto à Superintendência de Seguros Privados (SUSEP).

**Remuneração do capital**

Corresponde ao retorno esperado pelo empresário, ao realizar investimentos na produção. Entende-se que a remuneração do capital obtida deve ser suficiente para cobrir os custos de oportunidade do investidor. Essa taxa aplica-se ao montante investido em obras, instalações, veículos, máquinas ou equipamentos. É calculada conforme a metodologia proposta em STN (2015).

**5.1.2. Custos variáveis**

A estrutura básica do simulador de custos de transbordo, na parte de custos variáveis, segue a lógica apresentada abaixo:

$$\sum_{i=1}^n CV_i \text{ onde } i \text{ são os seguintes custos:}$$

**Gastos com energia elétrica**

Representa os gastos com energia elétrica do terminal de transbordo. Foram considerados os consumos dos principais equipamentos e o consumo total dos principais terminais visitados. O fator de consumo por tonelada transbordada varia conforme o tipo de transbordo. Verifica-se que em operações diferentes de transbordo o fator de consumo médio pode ser semelhante, sobretudo pelo fato de que dentre as variações de transbordo muitos equipamentos e suas respectivas produtividades são semelhantes.

**Manutenção do maquinário**

Corresponde ao valor gasto com manutenção dos equipamentos do terminal.

**5.1.3. Premissas de desempenho****Movimentação diária**

Representa a movimentação média diária do terminal. Esse valor é calculado a partir da divisão da movimentação anual do terminal por 360 dias.

**Capacidade estática de armazenamento**

Representa a capacidade de armazenamento simultânea do terminal. Foram consideradas situações médias para transbordos terrestres e para os transbordos envolvendo o modo hidroviário.

### **Capacidade de transbordo médio por hora**

É a variável a partir da qual se realiza o cálculo da capacidade de transbordo do terminal. O cálculo da capacidade de transbordo médio por hora é feito a partir da identificação do elo de menor capacidade do terminal. Identificado o elo, simula-se sua capacidade de transbordo por hora. A capacidade de transbordo por hora varia, portanto, para cada modalidade de transbordo.

A capacidade efetiva de transbordo médio por hora, entretanto, é reduzida por dois fatores que serão mais adiante detalhados. Trata-se da disponibilidade dos equipamentos de descarga e da disponibilidade de vagões no pátio.

### **Disponibilidade dos equipamentos de transbordo**

Representa a disponibilidade média dos equipamentos de recepção de cargas, tais como tombadores, sugadores, moegas e elevadores de grãos. Considera-se que os equipamentos estão disponíveis para realizar o transbordo 85% do tempo total de funcionamento do terminal. No restante do tempo, o equipamento pode estar não operacional por quebra, manutenção preventiva, paradas rotineiras para ajuste ou limpeza (remoção do excesso de grãos) etc.

### **Disponibilidade de caminhões, vagões ou balsas**

Representa a disponibilidade dos veículos de transporte (caminhão, vagão ou balsa) no ponto de recepção das cargas. A disponibilidade depende da programação de chegada dos veículos, eventualmente sujeita a atrasos e contingências. Além disso, o tempo de manobra para chegada ao ponto de descarga também deve ser considerado, sendo um fator crítico no modo hidroviário e relevante também no ferroviário.

### **Horas de funcionamento diário do terminal**

Considera-se que o terminal de transbordo funciona 24 horas por dia sem interrupções, inclusive finais de semana e feriados.

### **Paradas técnicas**

Considera-se um percentual do tempo total de funcionamento para realização de paradas técnicas do terminal, seja para execução de manutenções globais, realização de reuniões, treinamentos ou por contingências diversas. Esse tempo é deduzido do tempo total de funcionamento mensal do terminal.

## Meses de funcionamento

Considera-se que o terminal funciona diariamente, 24 horas por dia, 12 meses por ano.

## Giro

Representa a quantidade de vezes no ano que o terminal consegue girar toda sua capacidade de carga. Para calcular o giro, é feita a divisão da movimentação total realizada no ano pela capacidade estática em toneladas do terminal.

## Tempo médio de armazenagem

Representa o tempo médio que a carga fica armazenada no terminal. O cálculo é feito pela divisão do ano comercial, 360 dias, pelo giro da carga no terminal.

## Movimentação total

Representa a movimentação total anual do terminal de transbordo. Esse valor é calculado a partir do produto do transbordo médio por hora pelo número de horas de funcionamento mensal e os 12 meses do ano. Considera ainda os períodos de safra e entressafra. Os valores obtidos nos simuladores mostraram-se compatíveis com os valores de movimentação observados nas visitas técnicas realizadas.

## 5.2. Validação dos resultados

As premissas de mudança de data-base dos custos de transporte ferroviário foram adotadas em conformidade com a metodologia utilizada para os custos de transporte rodoviários, expostos no tópico 2.2 (“Validação dos resultados” para o simulador de custo de transporte rodoviário, página 11). Dessa forma, a tabela expõe as novas funções de custo em reais por tonelada (com exceção para a carga GL, que está em R\$/m<sup>3</sup>) para data-base de 2017.

**Tabela 10:** Custos de transbordos por carga e sentido.

| Sentido     | GSA   | GSM  | OGSM | GL    | CGC   | CGNC  |
|-------------|-------|------|------|-------|-------|-------|
| RODO-HIDRO  | 9,37  | 4,27 | 4,34 | 25,13 | 24,07 | 31,15 |
| RODO-FERRO  | 9,52  | 2,12 | 2,16 | 18,55 | 13,86 | 26,90 |
| HIDRO-RODO  | 10,61 | -    | -    | 25,13 | 24,07 | 31,15 |
| HIDRO-FERRO | 11,86 | 6,83 | 6,96 | 26,23 | 24,61 | 39,01 |
| FERRO-RODO  | 9,00  | -    | -    | 18,55 | 13,86 | 26,90 |
| FERRO-HIDRO | 9,81  | 4,94 | 5,03 | 26,23 | 24,61 | 39,01 |
| FERRO-FERRO | 9,03  | 2,65 | 2,70 | 19,47 | 12,36 | 25,03 |

Os dados utilizados para compor o simulador *bottom up* de transbordo foram validados por agentes do setor e por visitas técnicas feitas durante os anos de 2016 e 2017.

---

## 6. METODOLOGIA DE CUSTOS PORTUÁRIOS

A análise de custos portuários não foi do tipo *bottom up*. Para calcular os valores praticados em movimentação portuária e tarifas portuárias, a EPL levantou valores de alguns portos para alguns tipos de cargas.

### 6.1. Metodologia de apuração dos custos portuários

#### 6.1.1. Classificação de produtos

Para padronizar a classificação de produtos do Planejamento Integrado de Transportes – PIT, os produtos que são movimentados nos portos foram convertidos nas cinco categorias de produtos já definidas para os outros modais da EPL. São elas: Granel Sólido Agrícola (GSA), Granel Sólido Mineral (GSM), Outros Granéis Sólidos Minerais (OGSM), Granel Líquido (GL), Carga Geral Não Containerizada (CGNC) e Carga Geral Containerizada (CGC).

Os granéis sólidos agrícolas englobam todos os produtos transportados de origem agrícola, sendo eles soja, milho, açúcar, dentre outros. Os granéis sólidos minerais englobam todos os produtos de origem mineral, são eles basicamente o minério de ferro, bauxita, calcário, dentre outros. Os outros granéis sólidos minerais (OGSM) compreendem aqueles produtos como fertilizantes. Para simplificar a análise, e tendo em vista que não existe grande diferença entre o transporte de granéis líquidos vegetais e granéis líquidos combustíveis, exceto pelos procedimentos de segurança, adotou-se como padrão uma única classificação unindo os dois tipos de produtos em granel líquido.

A carga geral não containerizada engloba basicamente todos os produtos que são transportados de forma independente, como as cargas paletizadas, grandes peças, produtos ensacados, dentre outros. E por fim, a carga geral containerizada é composta por todas as cargas que são transportadas por contêiner.

#### 6.1.2. Portos

Foram analisados os seguintes portos: Porto de Aratu em Candeias na Bahia; Porto de Belém em Belém no Pará; Porto de Fortaleza em Fortaleza no Ceará; Porto de Imbituba em Imbituba em Santa Catarina; Porto de Itaguaí em Itaguaí no Rio de Janeiro; Porto de Itajaí em Itajaí em Santa Catarina; Porto de Itaqui em São Luis no Maranhão; Porto de Manaus em Manaus no Amazonas; Porto de Miramar em Belém no Pará; Porto de Natal em Natal no Rio Grande do Norte; Porto de Outeiro em Outeiro no Pará; Porto de Paranaguá em Paranaguá no Paraná; Porto de Pecém em Fortaleza no Ceará; Porto de Recife em Recife no Pernambuco; Porto do Rio de Janeiro no Rio de Janeiro; Porto de Rio Grande em Rio Grande no Rio Grande do Sul; Porto de Salvador em Salvador na

Bahia; Porto de Santarém em Santarém no Pará; Porto de Santos em Santos em São Paulo; Porto de São Francisco do Sul em São Francisco do Sul em Santa Catarina; Porto de Suape em Ipojuca no Pernambuco; Porto Sudeste em Itaguaí no Rio de Janeiro; Porto de Vila Velha em Vila Velha no Espírito Santo; Porto de Vila do Conde em Barcarena no Pará; Porto de Vitória em Vitória no Espírito Santo.

Tendo em vista que o PNL 2035 considerou 45 portos, e que não havia dados disponíveis para todos os terminais, foram feitas algumas extrapolações matemáticas por região e similaridade.

### 6.1.3. Base de dados

Foi utilizada base de dados levantada em diversas fontes de dados disponíveis.

### 6.1.4. Construção do Custo de Movimentação Portuária

A tabela abaixo apresenta os dados levantados:

**Tabela 11:** Valores obtidos.

| Porto                | GSA*      | GSM*      | GL**      | CGNC*     | CGC***     |
|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| Aratu                |           | R\$ 30,67 | R\$ 64,00 |           |            |
| Belém                |           |           |           |           | R\$ 620,00 |
| Fortaleza            |           |           |           |           | R\$ 476,00 |
| Imbituba             |           |           |           |           | R\$ 513,00 |
| Itaguaí              |           | R\$ 24,00 |           |           | R\$ 493,00 |
| Itajaí               |           |           |           |           | R\$ 553,00 |
| Itaqui               | R\$ 18,00 |           |           | R\$ 40,00 |            |
| Manaus               |           |           |           |           | R\$ 633,00 |
| Miramar              |           |           | R\$ 20,00 |           |            |
| Natal                |           |           |           |           | R\$ 476,00 |
| Outeiro              | R\$ 19,00 |           |           |           |            |
| Paranaguá            | R\$ 19,00 | R\$ 28,00 | R\$ 30,00 | R\$ 34,00 | R\$ 759,00 |
| Pecém                |           |           |           |           | R\$ 476,00 |
| Recife               | R\$ 16,00 |           |           |           | R\$ 476,00 |
| Rio de Janeiro       |           |           |           | R\$ 37,00 | R\$ 465,00 |
| Rio Grande           | R\$ 16,00 |           |           |           | R\$ 715,00 |
| Salvador             |           |           |           |           | R\$ 642,00 |
| Santarém             | R\$ 15,00 | R\$ 30,00 | R\$ 23,00 |           |            |
| Santos               | R\$ 21,00 | R\$ 60,00 | R\$ 84,00 | R\$ 35,00 | R\$ 766,00 |
| São Francisco do Sul |           |           |           |           | R\$ 575,00 |
| Suape                |           |           | R\$ 19,00 |           | R\$ 824,00 |
| Sudeste              |           | R\$ 25,00 |           |           |            |
| Vila Velha           |           |           |           | R\$ 68,00 |            |
| Vila do Conde        |           |           |           | R\$ 50,00 | R\$ 620,00 |
| Vitoria              |           | R\$ 25,00 | R\$ 33,00 |           | R\$ 757,00 |

\* valores expressos em R\$/ton

\*\* valores expressos em R\$/m<sup>3</sup>

\*\*\* valores expressos em R\$/contêiner

Para a categoria OGSM foi estimado um valor de 2% sobre o valor do GSM. Esse valor foi feito com base em pesquisas de mercado para o preço de movimentação para fertilizantes, areia, dentre outros produtos.

Adicionalmente, diante da baixa disponibilidade de informações de componentes de custo e de valores cobrados por terminais para movimentação de cargas, havia uma necessidade de preencher as lacunas dos valores não obtidos. Diante disso, optou-se por calcular uma média regionalizada dos valores disponíveis.

Para isso agrupou-se os portos por região geográfica, conforme pode ser observado na tabela abaixo:

**Tabela 12:** Listas de portos por região

| Porto                | Cidade               | Estado              | Região   |
|----------------------|----------------------|---------------------|----------|
| Imbituba             | Imbituba             | Santa Catarina      | Sul      |
| Itajaí               | Itajaí               | Santa Catarina      | Sul      |
| Paranaguá            | Paranaguá            | Paraná              | Sul      |
| Rio Grande           | Rio Grande           | Rio Grande do Sul   | Sul      |
| São Francisco do Sul | São Francisco do Sul | Santa Catarina      | Sul      |
| Itaguaí              | Itaguaí              | Rio de Janeiro      | Sudeste  |
| Rio de Janeiro       | Rio de Janeiro       | Rio de Janeiro      | Sudeste  |
| Santos               | Santos               | São Paulo           | Sudeste  |
| Sudeste              | Itaguaí              | Rio de Janeiro      | Sudeste  |
| Vila Velha           | Vila Velha           | Espírito Santo      | Sudeste  |
| Vitória              | Vitória              | Espírito Santo      | Sudeste  |
| Belém                | Belém                | Pará                | Norte    |
| Manaus               | Manaus               | Amazonas            | Norte    |
| Miramar              | Belém                | Pará                | Norte    |
| Outeiro              | Outeiro              | Pará                | Norte    |
| Santarém             | Santarém             | Pará                | Norte    |
| Vila do Conde        | Barcarena            | Pará                | Norte    |
| Aratu                | Candeias             | Bahia               | Nordeste |
| Fortaleza            | Fortaleza            | Ceará               | Nordeste |
| Itaqui               | São Luís             | Maranhão            | Nordeste |
| Natal                | Natal                | Rio Grande do Norte | Nordeste |
| Pecém                | Fortaleza            | Ceará               | Nordeste |
| Recife               | Recife               | Pernambuco          | Nordeste |
| Salvador             | Salvador             | Bahia               | Nordeste |
| Suape                | Ipojuca              | Pernambuco          | Nordeste |

A partir dessa agregação foi feita a separação dos dados disponíveis para cada região.

**Tabela 13:** Dados disponíveis por região.

| Porto                | Região   | GSA*      | GSM*      | GL**      | CGNC*     | CGC***     |
|----------------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| Imbituba             | Sul      |           |           |           |           | R\$ 513,00 |
| Itajaí               | Sul      |           |           |           |           | R\$ 553,00 |
| Paranaguá            | Sul      | R\$ 19,00 | R\$ 28,00 | R\$ 30,00 | R\$ 34,00 | R\$ 759,00 |
| Rio Grande           | Sul      | R\$ 16,00 |           |           |           | R\$ 715,00 |
| São Francisco do Sul | Sul      |           |           |           |           | R\$ 575,00 |
| Itaguaí              | Sudeste  |           | R\$ 24,00 |           |           | R\$ 493,00 |
| Rio de Janeiro       | Sudeste  |           |           |           | R\$ 37,00 | R\$ 465,00 |
| Santos               | Sudeste  | R\$ 21,00 | R\$ 60,00 | R\$ 84,00 | R\$ 35,00 | R\$ 766,00 |
| Sudeste              | Sudeste  |           | R\$ 25,00 |           |           |            |
| Vila Velha           | Sudeste  |           |           |           | R\$ 68,00 |            |
| Vitória              | Sudeste  |           | R\$ 25,00 | R\$ 33,00 |           | R\$ 757,00 |
| Belém                | Norte    |           |           |           |           | R\$ 620,00 |
| Manaus               | Norte    |           |           |           |           | R\$ 633,00 |
| Miramar              | Norte    |           |           | R\$ 20,00 |           |            |
| Outeiro              | Norte    | R\$ 19,00 |           |           |           |            |
| Santarém             | Norte    | R\$ 15,00 | R\$ 30,00 | R\$ 23,00 |           |            |
| Vila do Conde        | Norte    |           |           |           | R\$ 50,00 | R\$ 620,00 |
| Aratu                | Nordeste |           | R\$ 30,67 | R\$ 64,00 |           |            |
| Fortaleza            | Nordeste |           |           |           |           | R\$ 476,00 |
| Itaqui               | Nordeste | R\$ 18,00 |           |           | R\$ 40,00 |            |
| Natal                | Nordeste |           |           |           |           | R\$ 476,00 |
| Pecém                | Nordeste |           |           |           |           | R\$ 476,00 |
| Recife               | Nordeste | R\$ 16,00 |           |           |           | R\$ 476,00 |
| Salvador             | Nordeste |           |           |           |           | R\$ 642,00 |
| Suape                | Nordeste |           |           | R\$ 19,00 |           | R\$ 824,00 |

\* valores expressos em R\$/ton  
\*\* valores expressos em R\$/m<sup>3</sup>  
\*\*\* valores expressos em R\$/contêiner

Para preencher as lacunas, e tendo em vista a ausência de dados, optou-se por realizar uma média das tarifas existentes em cada região e extrapolar para aquela respectiva região. Por exemplo, a Região Nordeste, para GSA, dispunha de dados apenas dos portos de Itaqui e de Recife, com valores de R\$20,49 e R\$16,00, respectivamente. Sendo assim foi feita uma média para GSA, utilizada para caracterizar os portos da Região Nordeste, totalizando R\$18,25. Conforme pode ser observado na tabela abaixo.

**Tabela 14:** Custo de movimentação portuária por tipo de produto.

| Porto                | Região   | GSA*      | GSM*      | GL**      | CGNC*     | CGC***     |
|----------------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| Imbituba             | Sul      | R\$ 18,70 | R\$ 28,00 | R\$ 37,25 | R\$ 33,50 | R\$ 513,00 |
| Itajaí               | Sul      | R\$ 18,70 | R\$ 28,00 | R\$ 37,25 | R\$ 33,50 | R\$ 553,00 |
| Paranaguá            | Sul      | R\$ 18,70 | R\$ 28,00 | R\$ 37,25 | R\$ 33,50 | R\$ 759,00 |
| Rio Grande           | Sul      | R\$ 18,70 | R\$ 28,00 | R\$ 37,25 | R\$ 33,50 | R\$ 715,00 |
| São Francisco do Sul | Sul      | R\$ 18,70 | R\$ 28,00 | R\$ 37,25 | R\$ 33,50 | R\$ 575,00 |
| Itaguá               | Sudeste  | R\$ 25,15 | R\$ 37,47 | R\$ 44,96 | R\$ 58,94 | R\$ 620,25 |
| Rio de Janeiro       | Sudeste  | R\$ 25,15 | R\$ 37,47 | R\$ 44,96 | R\$ 58,94 | R\$ 620,25 |
| Santos               | Sudeste  | R\$ 25,15 | R\$ 37,47 | R\$ 44,96 | R\$ 58,94 | R\$ 620,25 |
| Sudeste              | Sudeste  | R\$ 25,15 | R\$ 37,47 | R\$ 44,96 | R\$ 58,94 | R\$ 620,25 |
| TUP Vila Velha       | Sudeste  | R\$ 25,15 | R\$ 37,47 | R\$ 44,96 | R\$ 58,94 | R\$ 620,25 |
| Vitória              | Sudeste  | R\$ 25,15 | R\$ 37,47 | R\$ 44,96 | R\$ 58,94 | R\$ 620,25 |
| Belém                | Norte    | R\$ 20,66 | R\$ 29,67 | R\$ 21,50 | R\$ 42,18 | R\$ 624,33 |
| Manaus               | Norte    | R\$ 20,66 | R\$ 29,67 | R\$ 21,50 | R\$ 42,18 | R\$ 624,33 |
| Miramar              | Norte    | R\$ 20,66 | R\$ 29,67 | R\$ 21,50 | R\$ 42,18 | R\$ 624,33 |
| Outeiro              | Norte    | R\$ 20,66 | R\$ 29,67 | R\$ 21,50 | R\$ 42,18 | R\$ 624,33 |
| Santarém             | Norte    | R\$ 20,66 | R\$ 29,67 | R\$ 21,50 | R\$ 42,18 | R\$ 624,33 |
| Vila do Conde        | Norte    | R\$ 20,66 | R\$ 29,67 | R\$ 21,50 | R\$ 42,18 | R\$ 624,33 |
| Aratu                | Nordeste | R\$ 18,25 | R\$ 27,86 | R\$ 38,62 | R\$ 42,82 | R\$ 561,67 |
| Fortaleza            | Nordeste | R\$ 18,25 | R\$ 27,86 | R\$ 38,62 | R\$ 42,82 | R\$ 561,67 |
| Itaqui               | Nordeste | R\$ 18,25 | R\$ 27,86 | R\$ 38,62 | R\$ 42,82 | R\$ 561,67 |
| Natal                | Nordeste | R\$ 18,25 | R\$ 27,86 | R\$ 38,62 | R\$ 42,82 | R\$ 561,67 |
| Pecém                | Nordeste | R\$ 18,25 | R\$ 27,86 | R\$ 38,62 | R\$ 42,82 | R\$ 561,67 |
| Recife               | Nordeste | R\$ 18,25 | R\$ 27,86 | R\$ 38,62 | R\$ 42,82 | R\$ 561,67 |
| Salvador             | Nordeste | R\$ 18,25 | R\$ 27,86 | R\$ 38,62 | R\$ 42,82 | R\$ 561,67 |
| Suaape               | Nordeste | R\$ 18,25 | R\$ 27,86 | R\$ 38,62 | R\$ 42,82 | R\$ 561,67 |

\* valores expressos em R\$/ton

\*\* valores expressos em R\$/m<sup>3</sup>

\*\*\* valores expressos em R\$/contêiner

Acredita-se que ao optar pela realização de uma média regional e não uma média global aumenta a precisão tendo em vista o fato de que captura as particularidades regionais e os custos mais elevados de cada região conforme pode ser verificado na realidade.

### 6.1.5. Tarifas portuárias

As tarifas portuárias, conforme definido na Resolução nº 2.240 de 2011 da ANTAQ, em seu art. 2º, VI, são os valores devidos pelo usuário à Administração do Porto, relativos à utilização das instalações portuárias ou da infraestrutura portuária ou à prestação de serviços de sua competência na área do Porto Organizado.

O porto organizado dispõe de várias facilidades que geram serviços que servem como intercâmbio entre o mar e a terra. Por um lado, os usuários obtêm benefícios com a

utilização das facilidades e serviços que são prestados, por outro lado, a manutenção dessas instalações e a própria prestação dos serviços geram despesas para o porto. Essas despesas são custeadas, em parte, através das tarifas pagas pelos donos da carga e dos armadores a fim de cobrir os custos, realizar investimentos e, se estiver operando economicamente, obter ganhos econômicos.

De acordo com a Lei dos Portos, de n. 12.815/2013, na exploração dos portos organizados e instalações portuárias, com o objetivo de aumentar a competitividade e o desenvolvimento do País, são garantidas a publicidade e modicidade das tarifas e preços praticados no setor, bem como, a qualidade da atividade prestada e a efetividade dos direitos dos usuários.

É atribuição da Antaq a aprovação, homologação e fixação de reajustes e revisões das tarifas portuárias das autoridades portuárias. Quanto à padronização na cobrança dos serviços portuários, a legislação estabelece apenas, em sua estrutura tarifária, duas tabelas. A Tabela de Infraestrutura, que engloba as divisões I, II e III; e a Tabela de Serviços, que engloba as divisões IV, V, VI e VII.

**Tabela 15:** Divisão de serviços.

| Divisão | Serviço   |
|---------|---|
| I       | Utilização da infraestrutura de acesso aquaviário     |
| II      | Utilização das instalações de acostagem               |
| III     | Utilização da infraestrutura operacional ou terrestre |
| IV      | Serviços de movimentação de cargas                    |
| V       | Armazenagem   |
| VI      | Utilização de equipamentos                            |
| VII     | Serviços diversos ou gerais                           |

Fonte: Santos et al (2014)

Os valores de tarifas portuárias utilizados nesse trabalho foram obtidos no site da Antaq. Essas tarifas remuneram além das obrigações da Administração do Porto definidas no Lei nº 12.815/13, a utilização das infraestruturas de acesso aquaviário, de acostagem e da faixa de cais, por ela mantidas, e que os requisitantes encontram para acesso e execução de suas operações no porto, abrangendo: profundidades adequadas às embarcações no canal de acesso, nas bacias de evolução e junto às instalações de acostagem; balizamento do canal de acesso, utilização do cais, píeres e pontes de atracação que permitam a execução segura da movimentação de cargas, de tripulantes e de passageiros; instalações, redes e sistemas, localizados na faixa de cais, para iluminação, água, esgoto, energia elétrica, telecomunicações, combate a incêndio, proteção ambiental, sanitários e estacionamento, bem como vigilância e etc.

A tabela abaixo mostra as tarifas utilizadas no trabalho:

**Tabela 16:** Tarifas portuárias.

| Porto                | GSA*     | GSM*     | GL**      | CGNC*     | CGC***     |
|----------------------|----------|----------|-----------|-----------|------------|
| Aratu                | R\$ 4,25 | R\$ 3,68 | R\$ 8,93  | R\$ 18,94 | R\$ 130,98 |
| Belém                | R\$ 2,60 | R\$ 2,07 | R\$ 6,76  | R\$ 14,18 | R\$ 126,28 |
| Fortaleza            | R\$ 4,06 | R\$ 3,50 | R\$ 7,57  | R\$ 15,88 | R\$ 144,64 |
| Imbituba             | R\$ 2,48 | R\$ 1,87 | R\$ 7,90  | R\$ 14,31 | R\$ 128,75 |
| Itaguaí              | R\$ 8,77 | R\$ 7,95 | R\$ 21,23 | R\$ 80,63 | R\$ 203,72 |
| Itajaí               | R\$ 4,39 | R\$ 3,84 | R\$ 8,66  | R\$ 16,18 | R\$ 150,80 |
| Itaqui               | R\$ 3,46 | R\$ 2,90 | R\$ 7,71  | R\$ 15,23 | R\$ 119,89 |
| Manaus               | R\$ 5,36 | R\$ 3,88 | R\$ 16,82 | R\$ 37,44 | R\$ 320,18 |
| Natal                | R\$ 4,98 | R\$ 4,35 | R\$ 10,16 | R\$ 17,72 | R\$ 128,76 |
| Paranaguá            | R\$ 3,40 | R\$ 2,82 | R\$ 7,85  | R\$ 15,77 | R\$ 134,35 |
| Pecém                | R\$ 5,29 | R\$ 4,70 | R\$ 9,33  | R\$ 24,13 | R\$ 150,63 |
| Recife               | R\$ 3,57 | R\$ 3,03 | R\$ 7,74  | R\$ 15,16 | R\$ 120,00 |
| Rio de Janeiro       | R\$ 8,60 | R\$ 7,85 | R\$ 20,59 | R\$ 79,21 | R\$ 193,75 |
| Rio Grande           | R\$ 2,55 | R\$ 2,02 | R\$ 6,63  | R\$ 13,96 | R\$ 125,84 |
| Salvador             | R\$ 4,25 | R\$ 3,68 | R\$ 8,93  | R\$ 18,94 | R\$ 130,98 |
| Santarém             | R\$ 4,39 | R\$ 3,00 | R\$ 15,16 | R\$ 34,55 | R\$ 300,43 |
| Santos               | R\$ 3,90 | R\$ 3,33 | R\$ 7,84  | R\$ 14,35 | R\$ 123,64 |
| São Francisco do Sul | R\$ 1,38 | R\$ 0,78 | R\$ 5,92  | R\$ 12,23 | R\$ 115,38 |
| Suape                | R\$ 4,00 | R\$ 3,43 | R\$ 7,06  | R\$ 16,58 | R\$ 124,12 |
| Vila do Conde        | R\$ 2,68 | R\$ 2,12 | R\$ 7,04  | R\$ 14,73 | R\$ 130,11 |
| Vitória              | R\$ 5,66 | R\$ 5,10 | R\$ 7,63  | R\$ 17,48 | R\$ 137,97 |

\* valores expressos em R\$/ton

\*\* valores expressos em R\$/m<sup>3</sup>

\*\*\* valores expressos em R\$/contêiner

## 6.2. Resultados e funções de custo

As funções foram construídas a partir do somatório do custo de movimentação portuário com os valores obtidos das tarifas portuárias, quando havia dado disponível, e a média regional para os casos que não possuíam informações.

Sabe-se que a unidade usualmente utilizada para mensurar o custo da movimentação de contêineres é o de R\$/contêiner ou R\$/TEU. No entanto, foi necessária adaptação para possibilitar a inserção desses valores na simulação da rede do Plano Nacional de Logística (PNL). Para realizar essa adaptação, foi calculado o peso médio de cada contêiner com base em banco de dados disponibilizados pela Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ). O valor obtido foi de aproximadamente 12,4 toneladas por TEU. Para gerar o valor em R\$/tonelada foi realizada a divisão do valor obtido no simulador em R\$/TEU pela tonelagem média calculada. Após a construção dos custos de movimentação de carga containerizada, dividiu-se o valor obtido por 12,4.

As funções podem ser verificadas na tabela abaixo, onde x equivale à tonelagem que passará pelo serviço portuário.

**Tabela 17:** Custos totais de movimentação portuárias.

| Porto-cidade               | GSA<br>(R\$/ton) | GSM<br>(R\$/ton) | OGSM<br>(R\$/ton) | GL<br>(R\$/m³) | CGC<br>(R\$/ton) | CGNC<br>(R\$/ton) |
|----------------------------|------------------|------------------|-------------------|----------------|------------------|-------------------|
| Anchieta                   | 28,97            | 40,67            | 41,44             | 50,50          | 70,08            | 63,41             |
| Antonina                   | 22,88            | 31,31            | 31,91             | 46,70          | 51,01            | 85,95             |
| Arraial do Cabo            | 32,04            | 43,43            | 44,25             | 60,98          | 116,19           | 74,04             |
| Barcarena                  | 24,17            | 32,30            | 32,91             | 29,55          | 58,92            | 73,96             |
| Barra do Riacho            | 28,97            | 40,67            | 41,44             | 50,50          | 70,08            | 63,41             |
| Belém                      | 22,29            | 30,85            | 31,43             | 24,59          | 48,57            | 59,25             |
| Candeias                   | 23,30            | 32,04            | 32,65             | 49,23          | 63,95            | 68,88             |
| Coari                      | 26,43            | 33,64            | 34,28             | 38,82          | 80,94            | 104,12            |
| Corumbá                    | 9,37             | 4,27             | 4,34              | 25,13          | 24,07            | 31,15             |
| Estrela                    | 22,16            | 30,61            | 31,19             | 46,10          | 49,36            | 71,03             |
| Fortaleza                  | 23,10            | 31,86            | 32,47             | 47,83          | 60,78            | 71,16             |
| Ilhéus                     | 23,30            | 32,04            | 32,65             | 49,23          | 63,95            | 68,88             |
| Imbituba                   | 21,93            | 30,35            | 30,92             | 46,74          | 49,51            | 64,43             |
| Ipojuca                    | 23,04            | 31,79            | 32,40             | 47,29          | 61,50            | 67,73             |
| Itacoatiara                | 26,43            | 33,64            | 34,28             | 38,82          | 80,94            | 104,12            |
| Itaguaí                    | 30,58            | 42,11            | 42,91             | 57,54          | 102,77           | 68,91             |
| Itaituba                   | 26,43            | 33,64            | 34,28             | 38,82          | 80,94            | 104,12            |
| Itajaí                     | 23,91            | 32,35            | 32,96             | 47,53          | 51,44            | 71,47             |
| Itapoá                     | 22,88            | 31,31            | 31,91             | 46,70          | 51,01            | 85,95             |
| São Luís                   | 22,48            | 31,25            | 31,85             | 47,97          | 60,11            | 67,02             |
| João Pessoa                | 23,74            | 32,47            | 33,09             | 48,74          | 65,05            | 71,67             |
| Macapá                     | 22,70            | 31,22            | 31,81             | 30,26          | 52,95            | 63,75             |
| Maceió                     | 23,74            | 32,47            | 33,09             | 48,74          | 65,05            | 71,67             |
| Manaus                     | 26,94            | 34,09            | 34,74             | 39,68          | 82,43            | 105,77            |
| MARÍTIMO                   | 24,05            | 32,73            | 33,35             | 50,51          | 62,68            | 68,51             |
| Natal                      | 24,05            | 32,73            | 33,35             | 50,51          | 62,68            | 68,51             |
| Paranaguá                  | 22,88            | 31,31            | 31,91             | 46,70          | 51,01            | 85,95             |
| Pelotas                    | 22,16            | 30,61            | 31,19             | 46,10          | 49,36            | 71,03             |
| Porto Alegre               | 22,16            | 30,61            | 31,19             | 46,10          | 49,36            | 71,03             |
| Porto Murinho              | 9,81             | 4,94             | 5,03              | 26,23          | 24,61            | 39,01             |
| Porto Velho                | 26,43            | 33,64            | 34,28             | 38,82          | 80,94            | 104,12            |
| Recife                     | 22,60            | 31,38            | 31,98             | 48,00          | 60,03            | 67,04             |
| Rio de Janeiro             | 34,94            | 46,05            | 46,92             | 67,87          | 143,04           | 84,28             |
| Rio Grande                 | 22,00            | 30,51            | 31,08             | 45,43          | 49,14            | 80,85             |
| Salvador                   | 23,30            | 32,04            | 32,65             | 49,23          | 63,95            | 68,88             |
| Santarém                   | 25,93            | 33,20            | 33,83             | 37,95          | 79,44            | 102,46            |
| Santos                     | 30,08            | 41,45            | 42,24             | 54,67          | 75,88            | 72,55             |
| São Francisco do Sul       | 20,79            | 29,24            | 29,80             | 44,70          | 47,35            | 67,39             |
| São Gonçalo do<br>Amarante | 24,37            | 33,08            | 33,71             | 49,65          | 69,32            | 72,17             |
| São Sebastião              | 30,08            | 41,45            | 42,24             | 54,67          | 75,88            | 72,55             |

| Porto-cidade      | GSA<br>(R\$/ton) | GSM<br>(R\$/ton) | OGSM<br>(R\$/ton) | GL<br>(R\$/m <sup>3</sup> ) | CGC<br>(R\$/ton) | CGNC<br>(R\$/ton) |
|-------------------|------------------|------------------|-------------------|-----------------------------|------------------|-------------------|
| São Simão         | 9,81             | 4,94             | 5,03              | 26,23                       | 24,61            | 39,01             |
| Vitória           | 28,97            | 40,67            | 41,44             | 50,50                       | 70,08            | 63,41             |
| Angra dos Reis    | 32,04            | 43,43            | 44,25             | 60,98                       | 116,19           | 74,04             |
| Niterói           | 32,04            | 43,43            | 44,25             | 60,98                       | 116,19           | 74,04             |
| São João da Barra | 32,04            | 43,43            | 44,25             | 60,98                       | 116,19           | 74,04             |

\* Para a categoria OGSM foi estimado um valor de 2% sobre o valor do GSM.

### 6.3. Comparações com outras metodologias

Tendo em vista a ausência de dados disponíveis, foi realizado um teste para verificar se os valores obtidos pela EPL estavam aderentes à realidade. Para isso, foram levantados dados do estudo “Acompanhamento dos preços e desempenho operacional dos serviços portuários” de dezembro (2000) do Geipot. Esses valores foram corrigidos até a data base de dezembro de 2017 pelo índice IGP-DI. Essa comparação pode ser observada abaixo:

**Tabela 18:** Validação do modelo

| Região          | Produto | Dado original<br>Geipot | Geipot 2000<br>(IGP-DI) | EPL 2017   |
|-----------------|---------|-------------------------|-------------------------|------------|
| <b>Nordeste</b> | GSA     | R\$ 11,21               | R\$ 34,42               | R\$ 26,90  |
| <b>Norte</b>    | GSA     | R\$ 9,23                | R\$ 28,34               | R\$ 29,68  |
| <b>Sul</b>      | GSA     | R\$ 10,22               | R\$ 31,37               | R\$ 27,61  |
| <b>Sul</b>      | CGC     | R\$ 378,46              | R\$ 1.161,64            | R\$ 915,96 |
| <b>Sudeste</b>  | CGC     | R\$ 484,65              | R\$ 1.487,59            | R\$ 930,00 |
| <b>Sudeste</b>  | GSA     | R\$ 11,43               | R\$ 35,07               | R\$ 35,38  |

Verifica-se que os valores obtidos pela EPL são compatíveis com os valores obtidos pelo Geipot, permitindo, portanto, a utilização destes valores nesse processo inicial de simulação do PNL. Em relação às cargas containerizadas verifica-se uma diferença que pode ser atribuída sobretudo às mudanças tecnológicas que não foram capturadas pela correção monetária.

---

## 7. METODOLOGIA DO VALOR DO TEMPO PARA CARGAS

### 7.1. Metodologia

O tempo gasto em qualquer atividade pode ser entendido como um recurso escasso utilizado em um processo produtivo. Especificamente para mercadorias, um exemplo seria o tempo de transporte, que têm, como custo, o fato de a mercadoria não ser vendida e logo, não se transformar em capital para o produtor. Exemplo correlato pode ser feito para o transporte de passageiros, em que esse tempo poderia ser utilizado de outro modo pelo consumidor. Para ambos os casos, no entanto, quanto menor o tempo de transporte, menor o custo do tempo gasto por essa atividade.

O valor do tempo é uma estimativa do custo de oportunidade atrelado ao transporte de cargas ou passageiro. Por exemplo, o tempo que um passageiro passa em um deslocamento poderia ser, de outro modo, utilizado para atividades mais produtivas, como trabalho. Do mesmo modo, o tempo que uma carga passa durante o transporte é corresponde ao tempo que a firma deve esperar até receber as receitas (estoque em trânsito).

Esse conceito também é muito utilizado em modelagens de tráfego rodoviário, em que o valor do tempo constitui um dos custos logísticos, que também soma o custo de transporte (operação do veículo). Nesses casos, o valor do tempo influi na escolha do percurso que o agente adota: percursos com maiores custos de transporte, porém mais rápidos (isto é, com velocidades médias maiores), podem ser preferíveis a percursos com menores custos de transporte, mas mais demorados.

Dada a importância da mensuração correta do coeficiente para modelos de simulação de tráfego e a falta de um método de cálculo do valor do tempo para o transporte de cargas, este trabalho propõe uma metodologia estruturada e de fácil replicação para o cálculo do valor do tempo.

A estratégia adotada segue a metodologia em que o valor do tempo para mercadorias é calculado a partir do valor de mercado dos bens, multiplicado por uma taxa de juros e pelo tempo de transporte.

Antes, é necessário comentar as hipóteses necessárias que balizam o modelo proposto. A primeira hipótese (H1) sustenta que a firma produtora não incorre em risco de demanda, isto é, independente do tempo de transporte, a receita está garantida e se concretiza pela firma produtora no mesmo instante que a mercadoria é entregue ao destinatário. Logo, não há punições monetárias por entregas atrasadas ou recompensas por entregas adiantadas.

A segunda hipótese (H2) pressupõe que o produto não sofre nem de obsolescência nem de perecibilidade. Ainda, durante o transporte, não há nenhum risco de perda do produto.

A metodologia foi criada com o pressuposto de que o valor do tempo da carga é igual ao custo de oportunidade da imobilização de recursos (em especial, capital), em forma de mercadoria. Isto é, seja  $V$  o valor de uma unidade da mercadoria e  $\delta$  a taxa de desconto intertemporal da firma, avaliada por dia. Então, o custo de oportunidade da imobilização de uma unidade de produto para um dia de transporte é:

$$\text{Custo de oportunidade} = \Delta V = V - \left( \frac{V}{(1 + \delta)^{t=1}} \right)$$

A taxa de desconto deve equivaler ao custo de oportunidade da firma produtora em esperar a concretização da receita de venda. Normalmente, esse custo é mensurado pelo Custo de Médio de Capital (CMC). O cálculo do indicador foi feito conforme o método recomendado pela Secretaria do Tesouro Nacional (STN), isto é, utilizar valores dos coeficientes do modelo de *Capital Asset Pricing Model* (CAPM) para o mercado estadunidense e corrigi-los para as características (riscos) do mercado brasileiro.

Primeiro, foram coletados os dados de betas alavancados e desalavancados utilizados no mercado norte-americano. Na fonte, esses dados estão estruturados setorialmente. Cada um dos produtos elegíveis para o PNL 2035 foi correlacionados a um setor com beta calculado, conforme a tabela abaixo.

**Tabela 19** Correlação entre os produtos do PNL e os setores americanos considerados

| Setor americano                           | Produto relacionado   |
|---|---|
| <i>Beverage (Alcoholic)</i>               | Bebidas exceto cervejas de malte, Bebidas - Cervejas de malte   |
| <i>Beverage (Soft)</i>                    | Bebidas exceto cervejas de malte, Bebidas - Cervejas de malte   |
| <i>Food Processing</i>                    | Carnes, Alimentos processados, Laticínios, Açúcares   |
| <i>Healthcare Products</i>                | Cosméticos  |
| <i>Drugs (Pharmaceutical)</i>             | Fármacos  |
| <i>Electronics (General)</i>              | Instrumentos e equipamentos profissionais   |
| <i>Electrical Equipment</i>               | Máquinas e equipamentos elétricos   |
| <i>Machinery</i>                          | Máquinas e equipamentos mecânicos, Máquinas pesadas   |
| <i>Metals &amp; Mining</i>                | Minério de ferro, Obras de ferro fundido, ferro ou aço, Ferro, outros minerais, Subprodutos do minério de ferro |
| <i>Furn/Home Furnishings</i>              | Mobiliário  |
| <i>Oil/Gas (Production and Exploratio</i> | Óleo diesel, Petroquímicos, Etanol, Biodiesel, Gás Natural  |
| <i>Paper/Forest Products</i>              | Papel, Borracha e suas obras  |
| <i>Publishing &amp; Newspapers</i>        | Produtos da indústria gráfica   |

| Setor americano               | Produto relacionado   |
|-------------------------------|---|
| <i>Chemical (Basic)</i>       | Produtos químicos industriais, Produtos químicos orgânicos, Fertilizantes, Plásticos e suas obras |
| <i>Chemical (Diversified)</i> | Produtos químicos industriais, Produtos químicos orgânicos, Fertilizantes, Plásticos e suas obras |
| <i>Farming/Agriculture</i>    | Soja em grão, Milho em grão, outros cereais, Animais vivos, Farelos                               |
| <i>Auto &amp; Truck</i>       | Veículos  |

Para os produtos “Outros CGC” e “Outros CGNC”, foi considerada a média dos betas dos produtos da classe “CGC” e “CGNC”, respectivamente.

Assume-se que o valor de tributação é 34% e a relação dívida-capital próprio é de 1,5. A relação pressupõe-se que as empresas têm 60% do capital provindos de terceiros e 40% do capital próprio. Essa relação também é utilizada conforme nota técnica da STN. Logo, o beta realavancado por cada produto pode ser calculado como:

$$\beta_{realavancado} = \beta_{desalavancado} * (1 + \text{Rel. Dívida} - \text{Capital próprio} * (1 - \text{tributos}))$$

O custo médio do capital próprio (CMCP) é dado por:

$$CMCP = \frac{r_{free} + \text{prêmio} * \beta_{realavancado} + EMBI}{1 + CPI}$$

Em que  $r_{free}$  é a taxa livre de risco, prêmio é o prêmio de mercado, CPI é o índice de preços ao consumidor americano e EMBI é o indicador EMBI+ do Brasil. Todas as informações do mercado norte-americano (taxa livre de risco e prêmio de mercado) foram obtidas no mesmo site indicado anteriormente. A equação anterior foi replicada para cada uma das cargas.

Para o cálculo do custo médio de capital, foi utilizada a taxa de juros do BNDES Automático, somado a uma taxa média de 5% a.a. cobrada pelos agentes financeiros, de acordo com a própria instituição. Desse modo, calcula-se o custo médio do capital de terceiros (CMCT) e, portanto, o Custo Médio do Capital (CMC), que iguala  $\delta$ , é calculado do seguinte modo:

$$CMC = \frac{(D\%) * CMCT + (E\%) * CMCP}{(1 + IPCA)}$$

Em que  $D\%$  é a participação do capital de terceiros e  $E\%$  é a participação do capital próprio. Foi realizado um cálculo de CMC para cada tipo de carga.

Calculado os valores para o custo do capital e para o preço da mercadoria, pode-se substituir os valores na primeira equação e obter o valor do tempo para cada tipo de

carga. Contudo, dada uma limitação de *input* do *software* de modelagem de transportes, no PNL será usada a versão linearizada dessa equação, dada por:

$$\text{Valor do tempo} = V * \delta * t$$

Ressalta-se que esse valor do tempo se refere ao custo do estoque em trânsito.

---

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do uso da metodologia *bottom up* apresentada neste trabalho foi estimar os custos logísticos, com base nos tipos de mercadorias, dos diferentes modais de transporte e transbordo, com finalidade de suprir com informações robustas a parametrização dos dados do Sistema de Simulação do Plano Nacional de Logística (PNL).

Entretanto é importante que algumas ressalvas sejam feitas: para o modo ferroviário não foi possível a construção do modelo *bottom up*, pois as particularidades desse modo envolvem o tratamento muito maior de variáveis, e, portanto, exigindo alocação maior de esforços. Essa condição se mostrou inexecutável considerando o contingente de pesquisadores empenhados e a extensão dos prazos estabelecidos. Para este caso optou-se pela construção baseada nos dados do Sistema de Acompanhamento e Fiscalização do Transporte Ferroviário (SAFF). No entanto, a EPL adquiriu as ferramentas necessárias para a realização de simulação de marcha e posteriormente a construção da ferramenta *bottom up* ferroviária.

Para os custos portuários foram realizadas análises internas para o cálculo dos valores de movimentação. Ressalta-se que a EPL desenvolveu ferramentas *bottom up* portuárias que está em fase de validação pela ANTAQ e que será utilizada nos próximos ciclos de planejamento.

Por fim, ressalta-se que os resultados obtidos para todos os modos foram validados com dados de sistemas de fretes, visitas técnicas e consultas *in loco*, mostrando forte aderência entre os resultados obtidos nas simulações com a realidade do setor de transportes.

## **BIBLIOGRAFIA CONSULTADA**

AHIMOC. Planilha: Movimento de Cargas Hidrovia Madeira. 2007.

AMARAL, G.L.; OLENIKE, J.E.; AMARAL, L.M.F. Evolução do custo portuário brasileiro Janeiro de 2009 a junho de 2013. Apresentação. 2014.

ANDRADE, L. E. C.; BRINATI, H.L. Um estudo sobre terminais intermodais para granéis sólidos. Departamento de Engenharia Naval e Oceânica, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Brasil.

ANTAQ. Análise da movimentação de cargas nos portos organizados e terminais de uso privado. 2013. Disponível em <[www.antaq.gov.br](http://www.antaq.gov.br)>. Acesso em 17/10/2014.

ANTAQ. Cenário da cabotagem brasileira – 2010 a 2012. Brasília, 2013. Disponível em <[www.antaq.gov.br](http://www.antaq.gov.br)>. Acesso em 23/07/2014.

ANTAQ. Estatísticas da navegação interior. Brasília. 2011.

ANTAQ. Navegação interior Informativo trimestral. Brasília, 2012. Disponível em <[www.antaq.gov.br](http://www.antaq.gov.br)>.

ANTAQ. Transporte de cargas nas hidrovias hidrovia do Madeira 2010. Brasília, 2011. Disponível em <[www.antaq.gov.br](http://www.antaq.gov.br)>.

ANTAQ. TRANSPORTE DE CARGAS NAS HIDROVIAS SOLIMÕES-AMAZONAS. Brasília, 2010. Disponível em <[www.antaq.gov.br](http://www.antaq.gov.br)>.

ANTAQ; Custos portuários de obras civis -: Tabela de preços. Brasília, 2014. Disponível em <[www.antaq.gov.br](http://www.antaq.gov.br)>. Acesso em 17/10/2014.

ANTAQ; LABTRANS; UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Estudo para a parametrização e sistematização de custos portuários: Apostila de Treinamento Conceitual. Brasília, 2014. 281p.

ANTT; DEC. Manual de custos referenciais de investimentos ferroviários: ação 6 – função de orçamentação aplicada ao transporte ferroviário - Metodologia da função referencial de preços. Brasília. 2012.

ANTT; DEC. Sistemática de cálculo de custos referenciais de investimentos ferroviários. Volume 9 – Manual de Orçamentação Referencial Ferroviário Tomo I – Metodologia. 2012.

ANTT; UFSC; Laboratório de Transportes e Logística. Apoio à ANTT no desenvolvimento de metodologia e instrumento para análises de custos ferroviários – Anexo 1. Brasília. 2009.

ASSOCIATION OF AMERICAN RAILROADS. AAR railroad cost indexes. 2004.

BAUMGARTNER, J.P. Prices and costs in the railway sector. École Polytechnique Fédérale de Lausanne. 2001.

BNDES. Pesquisas e estudos técnicos destinados à avaliação técnica, econômico-financeira e jurídico-regulatória de soluções destinadas a viabilizar o sistema logístico ferroviário de carga entre os portos no sul/sudeste do Brasil e os portos do Chile – Produto 9. 2011. Disponível em <[www.bndes.gov.br](http://www.bndes.gov.br)>. Acesso em 13/10/2014.

BNDES. Pesquisas e estudos técnicos destinados à avaliação técnica, econômico-financeira e jurídico-regulatória de soluções destinadas a viabilizar o sistema logístico ferroviário de carga entre os portos no sul/sudeste do Brasil e os portos do Chile – Produto 2. 2011. Disponível em <[www.bndes.gov.br](http://www.bndes.gov.br)>. Acesso em 13/10/2014.

BNDES. Pesquisas e estudos técnicos destinados à avaliação técnica, econômico-financeira e jurídico-regulatória de soluções destinadas a viabilizar o sistema logístico ferroviário de carga entre os portos no sul/sudeste do Brasil e os portos do Chile – Produto 4 – Estudo de Demanda. 2011. Disponível em <[www.bndes.gov.br](http://www.bndes.gov.br)>. Acesso em 13/10/2014.

BNDES. Pesquisas e estudos técnicos destinados à avaliação técnica, econômico-financeira e jurídico-regulatória de soluções destinadas a viabilizar o sistema logístico ferroviário de carga entre os portos no sul/sudeste do Brasil e os portos do Chile. 2011. Disponível em <[www.bndes.gov.br](http://www.bndes.gov.br)>. Acesso em 13/10/2014.

BOOZ & COMPANY. Análise e Avaliação da Organização Institucional e da Eficiência de Gestão do Setor Portuário Brasileiro. BNDES. São Paulo, 2012.

Bruzelius, N. (2001). The valuation of logistics improvements in CBA of transport investments-a survey. Stockholm: SIKA (SAMPLAN).

CAIXETA-FILHO, J. V. Sobre a competitividade do transporte no agribusiness brasileiro. p. 1-11. 1998. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/281208676\\_Sobre\\_a\\_Competitividade\\_do\\_Transporte\\_no\\_Agribusiness\\_Brasileiro](https://www.researchgate.net/publication/281208676_Sobre_a_Competitividade_do_Transporte_no_Agribusiness_Brasileiro)>. Acesso em: 05 set. 2017.

CALHEIROS, C.S. Metodologia de tarifa para transporte fluvial de passageiros na Amazônia. 2010, 72f. Dissertação (Doutorado em Engenharia de Transportes). COPPE, UFRJ, 2010.

CASTRO, N. Estrutura, desempenho e perspectivas do Transporte ferroviário de carga. Pesquisa e Planejamento Econômico. Brasília, v32, n.2, p251-283, 2002.

COMPANHIA DOCAS DO PARÁ. Atualização do plano de desenvolvimento e zoneamento do porto de Vila do Conde, situado no município de Barcarena, Belém/Pará: Relatório 3. 69f. Belém-PA. 2010.

CONAB. Tabela de tarifas para unidades armazenadoras de ambiente natural da CONAB. 2009. Disponível em [www.conab.gov.br](http://www.conab.gov.br).

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES. Pesquisa CNT de Rodovias 2012. Brasília. 2012.

CORRÊA, P.O.; GUERREIRO, E.D. viabilidade da operação de embarcação autopropelida e autocarregável para transporte de contêineres na hidrovía tietê-paraná. *Tékhnê e Lógos*, Botucatu, SP, v.2, n,2, fev. 2011.

DAMODARAN, Aswath. Betas by Sector (US). Disponível em: <[http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New\\_Home\\_Page/datafile/Betas.html](http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html)>. Acesso em: 01 maio. 2020.

DNIT. Oferta de cargas na área de influência do Corredor de Transportes do Centro-Norte. Brasília, 2007.

FILHO, C.R.M. A Manutenção da Navegabilidade Fluvial Através da Utilização de Eclusas. (NECTAR, Instituto Tecnológico da Aeronáutica). Apresentação, 2012.

GEIPOT. Acompanhamento dos preços e desempenho operacional dos serviços portuários – Atualização dos preços e desenvolvimento do sistema para acompanhamento permanente. Brasília, dez. 2000

Gerenciamento de Risco e Segurança. Guia do TRC. Disponível em < [www.gtrc.com.br](http://www.gtrc.com.br) >. Acessado em 2014.

GOMES, S.B.; MILAGRES, V. R. Hidrovia do Tocantins: Uma nova perspectiva para escoamento da safra agrícola na região. In: Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte e Nordeste de Ensino Tecnológico, 4, 2009, Belém-PA.

GURGEL, F. [et al] (Sede da empresa Log-In Logística), Comunicação Pessoal, 2014.

HIJJAR, M. F. Preços de Frete Rodoviário no Brasil. Rio de Janeiro: Cel/coppead, 2007.1. mar. 2007.

IBPT. Frete marítimo e seu impacto na arrecadação tributária e na inflação. Apresentação. 2013.

Imposto sobre o Transporte Rodoviário de Carga. Guia do TRC. Disponível em < [www.gtrc.com.br](http://www.gtrc.com.br) >. Acessado em 2014.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY; INTERNATIONAL UNION OF RAILWAYS. Railway Handbook 2012, Energy Consumption and CO2 Emissions. 2012.

IPEA. Portos Brasileiros: Diagnóstico, Políticas e Perspectivas. Comunicados do IPEA, n48. 2010.

IPEA. Transporte Ferroviário de Cargas no Brasil: Gargalos e Perspectivas para o Desenvolvimento Econômico e Regional. Comunicados do IPEA, n50. 2010.

JONG, Gerard de. Value of Freight Travel-Time Savings in Handbook Of Transport Modelling, p.649-663, set. 2007. Emerald Group Publishing Limited. <http://dx.doi.org/10.1108/9780857245670-034>.

KEPLERWEBER. Armazenagem Especial. Apresentação. 2009.

KEPLERWEBER. Máquinas de Limpeza. Apresentação. 2009.

KEPLERWEBER. Secadores. Apresentação. 2010.

KEPLERWEBER. Silos. Apresentação. 2009.

KEPLERWEBER. Transportadores. Apresentação. 2010.

KOTLER, P. Administração de marketing: a edição do novo milênio. 10. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2000.

KURRI, Jari; SIRKIÄ, Ari; MIKOLA, Juha. Value of Time in Freight Transport in inland. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, v. 1725, p.26-30, jan. 2000. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.3141/1725-04>.

KUSSANO, M.R. Proposta de modelo de estrutura do custo logístico do escoamento de soja brasileira para o mercado externo: O caso do Mato Grosso. 2010, 43f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, 2010.

LABTRANS; SEP; UFSC. Plano Mestre do Porto de Porto Velho. Florianópolis-SC. 2014.

LANDIVAR, C.G.; SANTOS, A.B.; SPROESSER, R.L. Modelos de avaliação de desempenho para terminais intermodais de transbordo de grãos. Informe Gepec, Toledo, v. 17, n. 1, p. 116-131, jan./jun. 2013.

LIMA, T.P. A regulação do transporte aquaviário e da exploração da infraestrutura portuária. In: Fórum Portos Brasil,12, 2011, 2011.

LINDGREEN, E.; SORENSON, S.C. Simulation of energy consumption and emissions from rail traffic. 2005.

LOG-IN AMAZONIA. Main Particulars.

LOG-IN JACARANDÁ. Main Particulars.

Log-In lança ao mar seu segundo navio graneleiro. Disponível em <<https://www.loginlogistica.com.br/>> Acesso em 14/07/2014.

LOG-IN TAMBAQUI. Main Particulars.

LUNKES, R.J.; SANTOS, V.F.; SOUZA, P. Tarifas Portuárias: Estudo Comparativo entre os Modelos Brasileiro e Português. In: Congresso UFSC de Controladoria e Finanças & Iniciação Científica em Contabilidade, 5, 2014, Florianópolis-SC.

MAERSK BROKER. Container Market. Weekly Report. 2014.

MANOEL, I.M.; SOARES, J.B. O corredor noroeste (rio Madeira) como canal logístico para abastecimento do nordeste: Uma proposta a partir dos estoques governamentais. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 46, 2008, Rio Branco-AC.

MARIN, J. Unidades de Recebimento, Secagem e Armazenamento de Produtos Agrícolas: Aspectos Estruturais e Conteúdos Armazenados. (COAMO Agroindustrial – Cooperativa). Apresentação.

MARINHA DO BRASIL. Normas da Autoridade Marítima para Aquaviários: NORMAM 1133//DDPPC. 2003.

MARINHA DO BRASIL. Normas e procedimentos da capitania fluvial do Araguaia-Tocantins. 2011.

MARTINS, R. S., Study of freight rate determination and potential negotiation conflicts in supply chains in the Brazilian agribusiness. Organizações Rurais & Agroindustriais, Lavras, v. 10, n. 1, p. 73-87, 2008

MENEZES, K. Logística da região norte para o agronegócio: Estações de transbordo de cargas e terminais portuários (Amazônia). Apresentação. 2014.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. Mapa Rodoviário Brasileiro. Brasília. 2010.

NARDES, A. Relatório de Avaliação de Programa - Programa Manutenção de Hidrovias. Brasília, 2006. Disponível em <[www.tcu.gov.br/avaliacaodeprogramasdegoverno](http://www.tcu.gov.br/avaliacaodeprogramasdegoverno)>. Acesso em 17/10/2014.

NORFOLK SOUTHERN. Locomotive Engineer Training Handbook, fevereiro de 2006.

NTC. Custos operacionais, fretes e renovação de frotas. 2001.

NTC. Manual de Cálculo de Custos e Formação de Preços do Transporte Rodoviário de Cargas. 2001.

PACHECO, A.M; PÊRA, T.G.; RAUCCI, G.S. Caracterização do escoamento do grão de soja pelo Porto de Paranaguá. (Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo). Apresentação, 2010.

PADOVEZI, C.D. Conceito de embarcações adaptadas à via aplicado à navegação fluvial no Brasil. 2003, 142f. Dissertação (Doutorado em Engenharia), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

PARAJULI, A. Modelling road and rail freight energy consumption: A comparative study. 2005, 93f. Dissertação (Mestrado em Engenharia). School of Urban Development, University of Queensland. 2005.

PEREIRA, N.N. Um estudo sobre instalações propulsoras para empurradores fluviais. 2007, 125f. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola Politécnica, USP. 2007.

REIS, M.A.S. CONSTANTE, J.M. Metodologia para o Cálculo dos Custos Logísticos Associados ao Fluxo de Mercadorias. 2011.

Relação de Custos Operacionais de Equipamentos no SICFER. Disponível em < [www.antt.gov.br](http://www.antt.gov.br) >.

RIBEIRO, L.B.; GHIOTTI, V. Simulador de Operação Ferroviária Módulo Óleo Diesel. Apresentação. 2006.

RIPOLL, F.G. Proposta de uma análise logística no agronegócio como fator competitivo para a distribuição e comercialização da soja em grão no Estado de Mato Grosso. 2010, 82f. Dissertação (Mestrado em Agronegócio), Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília 2010.

RODRIGUES, V.L. Análise dos impactos ambientais da navegação de cabotagem no Brasil: O caso do transporte de minério de ferro para a siderúrgica do Pecém. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – UFRJ – Rio de Janeiro, 2013.

ROSA, M.J. Corredor de exportação do Porto de Paranaguá. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba. 2010.

SAMUELSON, R. Modelling the freight rate structure. MIT, 1977 (CTS Report, 77–7).

SECRETARIA DE TRANSPORTES DO RIO DE JANEIRO. Edital de Licitação PET123-07/CELIC – Informações Complementares da Errata nº1. 2007.

Secretaria do Tesouro Nacional (STN). Nota técnica conjunta nº 39/2015/STN/SEAE/MF. Brasília: [sl], 2015. 4 p. Disponível em: [http://www.consultaesic.cgu.gov.br/busca/dados/Lists/Pedido/Attachments/463747/RESPOSTA\\_PEDIDO\\_16853001758201630.pdf](http://www.consultaesic.cgu.gov.br/busca/dados/Lists/Pedido/Attachments/463747/RESPOSTA_PEDIDO_16853001758201630.pdf)>. Acesso em: 04 set. 2018.

SILVA, A.B. As novas rotas para o escoamento dos produtos do agronegócio na região norte do Brasil: a nova geografia da soja.

SILVA, C.A.F. A logística da hidrovia do Madeira na expansão da soja na Amazônia. GEOgraphia - Ano 7 - No 14 – 2006.

SILVA, H.J.T. Caracterização e descrição do terminal multimodal de Alto Araguaia/MT: influência no Corredor Centro-Oeste. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba. 2010.

SILVA, L.C. Agronegócio: Logística e Organização de Cadeias Produtivas. In: Semana acadêmica de engenharia agrícola – engenharia do agronegócio, 2., 2006.

SOCIEDADE DE PORTOS E HIDROVIAS DO ESTADO DE RONDÔNIA. Plano de Desenvolvimento e Zoneamento do Porto de Porto Velho. Porto Velho, 2012.

SOUZA, A.S. Um retrato das hidrovias brasileiras: Hidrovias x Competitividade Brasileira no Comércio de Commodities. (2012, 08). Todos. TrabalhosFeitos.com. Retirado 08, 2012, de <http://www.trabalhosfeitos.com/ensaios/Todos/320165.html>

SOUZA, L.L. A Logística da Soja na Fronteira Agrícola Norte e Nordeste. 2012, 14f. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2012.

SOUZA, P. As minas de bauxita e a reestruturação do médio-baixo Amazonas-PA. PPGG, UFRJ, Rio de Janeiro, 2005.

TEIXEIRA, V.B. Operações de transbordo de petróleo nacional na baía da Ilha Grande. 2011, 36f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Oceânica). COPPE, Universidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

TOKARSKI, A. Hidrovias brasileiras. In: Encontro Nacional de Entidades Portuárias e Hidroviárias, 22., 2007, Maceió-AL.

TRANSPETRO. Tarifas de referência para serviços de movimentação de etanol. Revisão 39, 2014. Disponível em [www.transpetro.com.br](http://www.transpetro.com.br).

U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION. National Transportation Statistics. 2012.

UNIÃO EUROPEIA. Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects: Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014-2020. Bruxelas, Bélgica: Diretório Geral para Políticas Regionais e Urbanas, 2015. 364 p.

VALE; (Visita técnica: Operações Ferroviárias, Porto Morrinho – MS). Apresentação. 2014.

VALE; (Visita técnica: PATRAG, Ouro Preto – MG). Apresentação. 2014

VALEC. ELABORAÇÃO DE ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA, ECONÔMICA E AMBIENTAL (EVTEA) PARA IMPLANTAÇÃO DE TRECHOS FERROVIÁRIOS DA EF-151. Recife, 2012. (VOLUME 2 – MEMÓRIA JUSTIFICATIVA). Disponível em:<<http://www.valec.gov.br/download/GEPROG/EVTEA/2011-2012/EVTEA-ItumbiaraGoiania/Segmento2/Vol2-EstudosTecnicos/Volume2-Segmento2-OrcamentoDetalhado.pdf>>.. Acesso em: 05 set. 2017.

VIERTH, Inge. Valuation of Transport Time Savings and Improved Reliability in Freight Transport CBA. In: AKIVA, Moshe Ben; MEERSMAN, Hilde; VOORDE, Eddy van de (Ed.). Freight Transport Modelling. Emerald Group Publishing Limited, 2013. Cap. 15. p. 299-317.