



EMPRESA DE PLANEJAMENTO E LOGÍSTICA
DIRETORIA DE PLANEJAMENTO
GERÊNCIA DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO LOGÍSTICO

Plano Nacional de Logística - PNL

Relatório de Custos de Transporte e Valor do Tempo para Cargas

Versão 2.1



Empresa de Planejamento e Logística

Arthur Luis Pinho de Lima
Diretor Presidente

Rafael Antonio Cren Benini
Diretor de Planejamento

Marcelo Guerreiro Caldas
Diretor de Gestão

Gerência de Pesquisa e Desenvolvimento Logístico

Eimair Bottega Ebeling
Gerente

Fernanda de Souza Leite
Assessor Técnico

Tiago Henrique França Baroni
Coordenador

Gabriel Diógenes Madeira Sousa
Estagiário

Tetsu Koike
Coordenador

Igor Moreira Mota
Assessor Técnico

Brunno Santos Gonçalves,
Assessor Técnico

José Lucas Vieira Diniz
Estagiário

Cicero Rodrigues de Melo Filho
Assessor Técnico

Leandro Rodrigues e Silva
Assessor Técnico

Davi Prado Novais Moura
Estagiário

Lucas Miranda França
Assistente Técnico

Debora Canongia Furtado
Assessor Técnico

Rafael Giaretta Affonso
Estagiário

Eduardo Dornelas Munhoz
Assessor Técnico

Thiago Caetano Ferraz Costa
Assistente Técnico

Emmanuel Aldano de França Monteiro
Assessor Técnico

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	5
2. METODOLOGIA DE CUSTOS DE TRANSPORTE RODOVIÁRIOS.....	10
2.1. Estrutura do simulador <i>bottom-up</i> para transporte rodoviário	10
2.1.1. Custos fixos	10
2.1.2. Custos variáveis	11
2.1.3. Premissas de desempenho	12
2.2. Validação dos resultados.....	13
3. METODOLOGIA DE CUSTOS DE TRANSPORTE AQUAVIÁRIOS	21
3.1. Estrutura do simulador <i>bottom-up</i> para transporte hidroviário	21
3.1.1. Custos fixos	22
3.1.2. Custos variáveis	24
3.1.3. Premissas de desempenho	26
3.2. Validação dos resultados para o transporte hidroviário.....	27
3.3. Estrutura do simulador <i>bottom-up</i> para transporte de cabotagem.....	28
3.3.1. Custos fixos	29
3.3.2. Custos variáveis	30
3.3.3. Premissas de desempenho	32
3.4. Validação dos resultados para o transporte de cabotagem	34
3.5. Custos para transporte marítimo de longo curso.....	35
4. METODOLOGIA DE CUSTOS DE TRANSPORTE FERROVIÁRIOS.....	36
4.1. Tratamento dos dados do SAFF-ANTT	36
4.2. Validação dos resultados.....	38
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	50
5.1.3. Premissas de desempenho	50
5.2. Validação dos resultados.....	52
6. METODOLOGIA DE CUSTOS PORTUÁRIOS.....	53
6.1. Metodologia de apuração dos custos portuários.....	53

6.1.1.	Classificação de produtos da EPL	53
6.1.2.	Portos	54
6.1.3.	Base de dados	54
6.1.4.	Construção do Custo de Movimentação Portuária	54
6.1.5.	Tarifas portuárias	58
6.2.	Resultados e funções de custo	60
6.3.	Comparações com outras metodologias	62
7.	METODOLOGIA DO VALOR DO TEMPO PARA CARGAS	63
7.1.	Metodologia	63
8.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	66
9.	BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	67

1. INTRODUÇÃO

Compete 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 são de responsabilidade do MINFRA apolítica 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 compete 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 subsidiará 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 deverão nortear o desenvolvimento do PNL 2035 e acompanhará 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 generalizados¹, 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 dos fatores de produção (bens e serviços), para a fabricação de um produto ou execução de um serviço.

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

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 transporte², 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

² 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)

transporte ou de transbordo. Nesse processo, levam-se em consideração os 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_f – 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 que 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 Cavalo 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 do 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.

- DPVAT
- IPVA
- Taxa de Licenciamento
- Taxa de Vistoria Tacógrafo

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:

- Aluguel;
- Água, luz, telefone, internet (Contas);
- Outros funcionários;
- Despesas bancárias;
- 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 tonelage 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 2017³. 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 logísticos⁴ 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.

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

⁴ 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 são elencadas a seguinte:

- 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”⁵. 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;

⁵ 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.

- 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 apresentados estejam subvalorizados em relação à realidade. De fato, esse último comentário pode ser exemplificado quando compara-se 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 que 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 subvalorização 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 que 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.

Comparação entre frete e custo - GSA

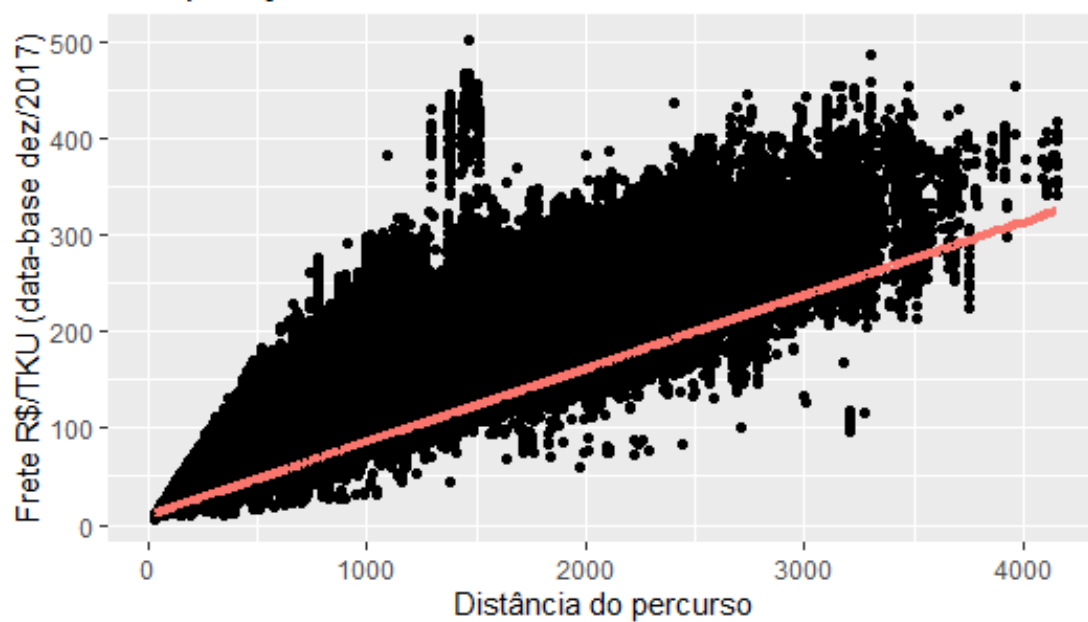


Figura 1 Comparação entre fretes e custos para o transporte rodoviário GSA

Comparação entre frete e custo - GSM

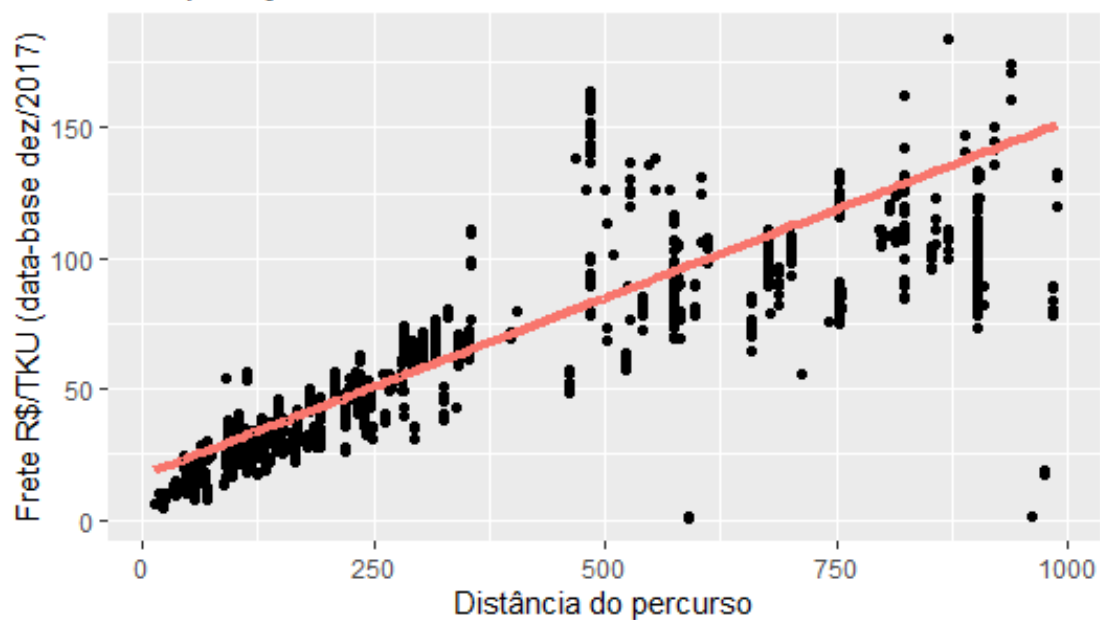


Figura 2 Comparação entre fretes e custos para o transporte rodoviário GSM

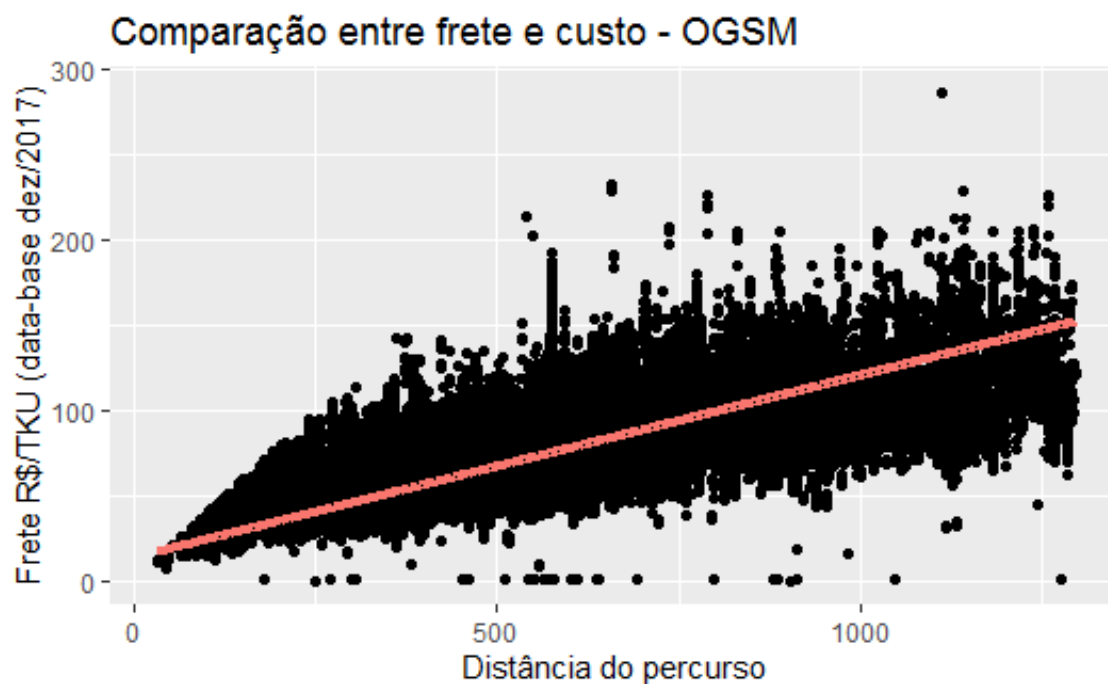


Figura 3 Comparação entre fretes e custos para o transporte rodoviário OGSM

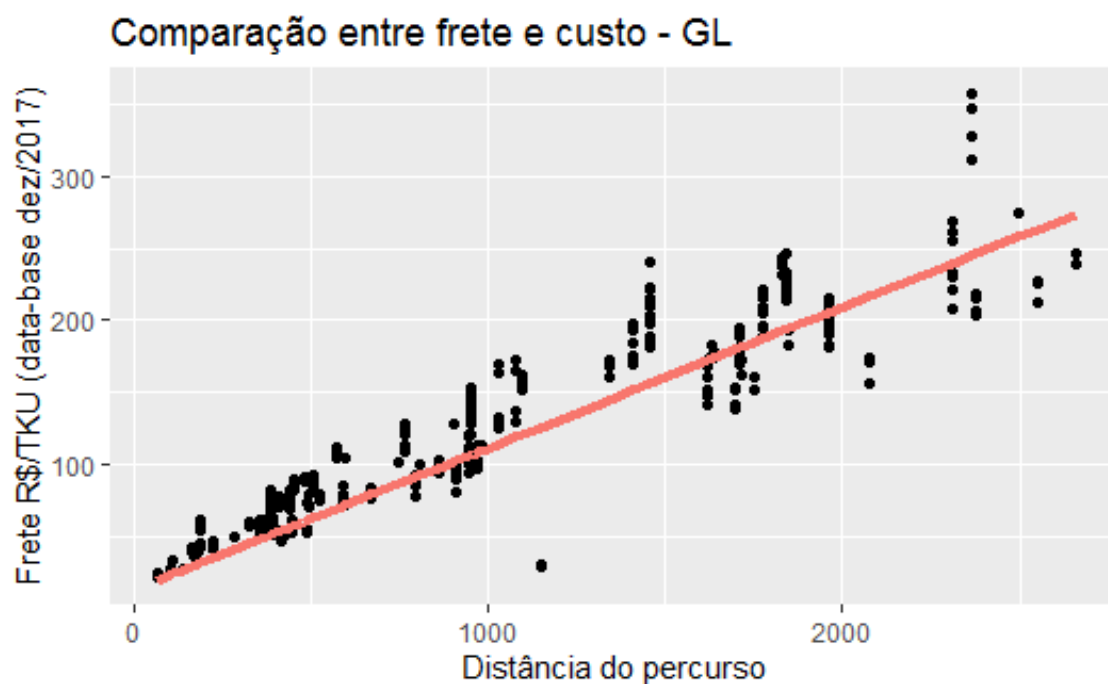


Figura 4 Comparação entre fretes e custos para o transporte rodoviário GL

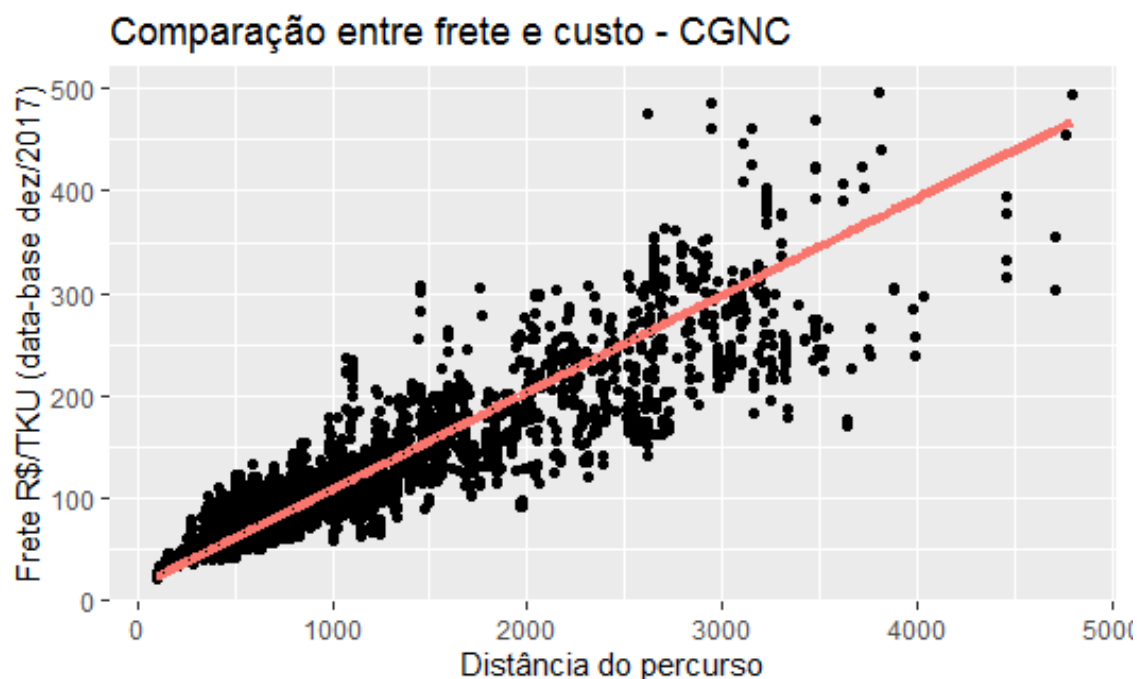


Figura 5 Comparação entre fretes e custos para o transporte rodoviário CGNC

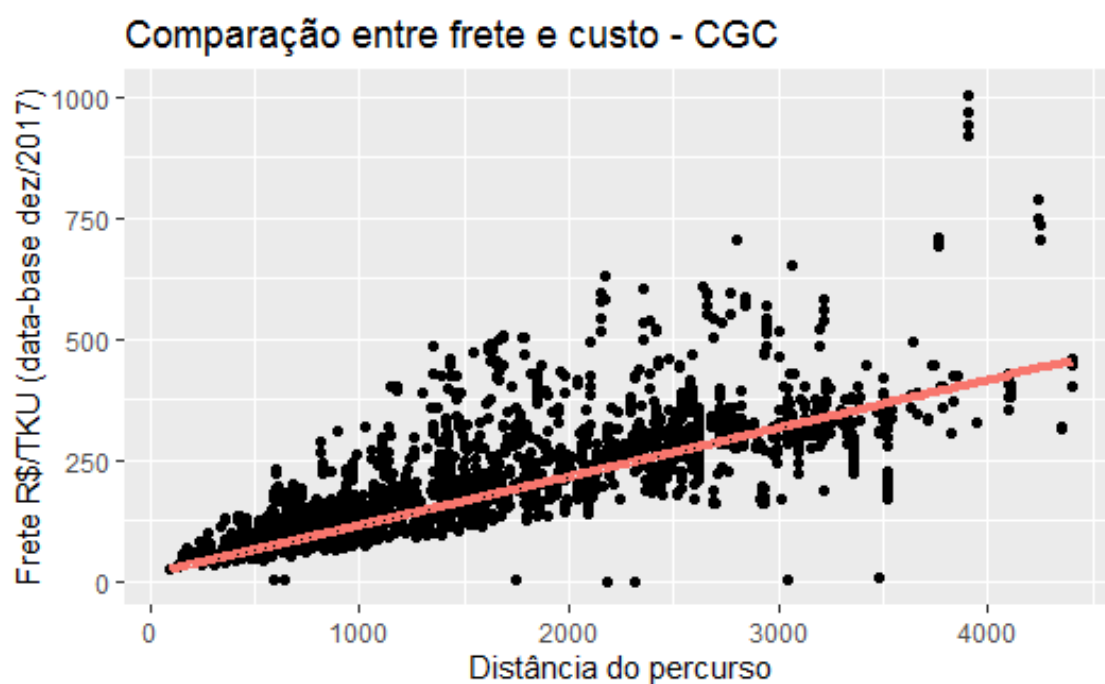


Figura 6 Comparação entre fretes e custos para o transporte rodoviário CGC

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 dos 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.

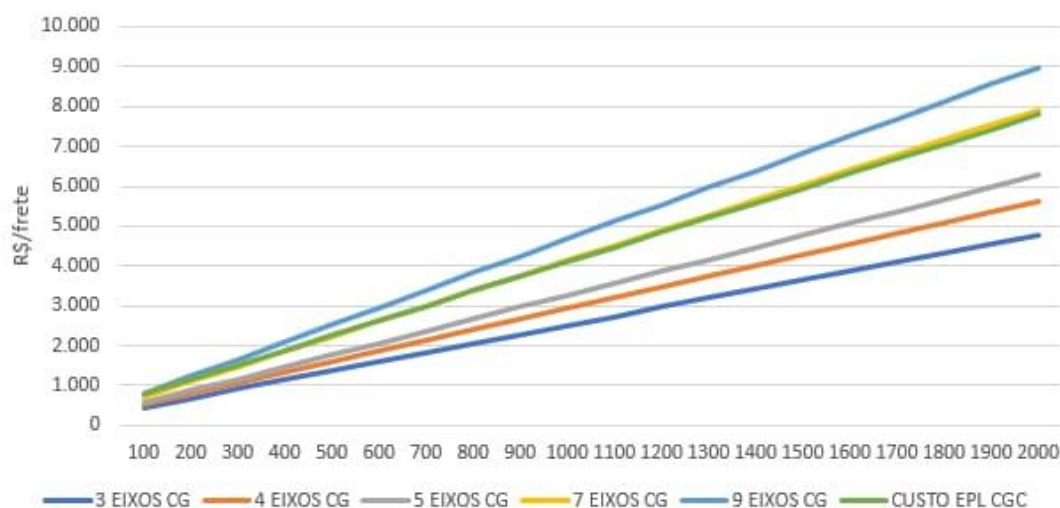


Figura 7 Comparação entre o simulador da EPL e dados do InfraBr (carga geral)

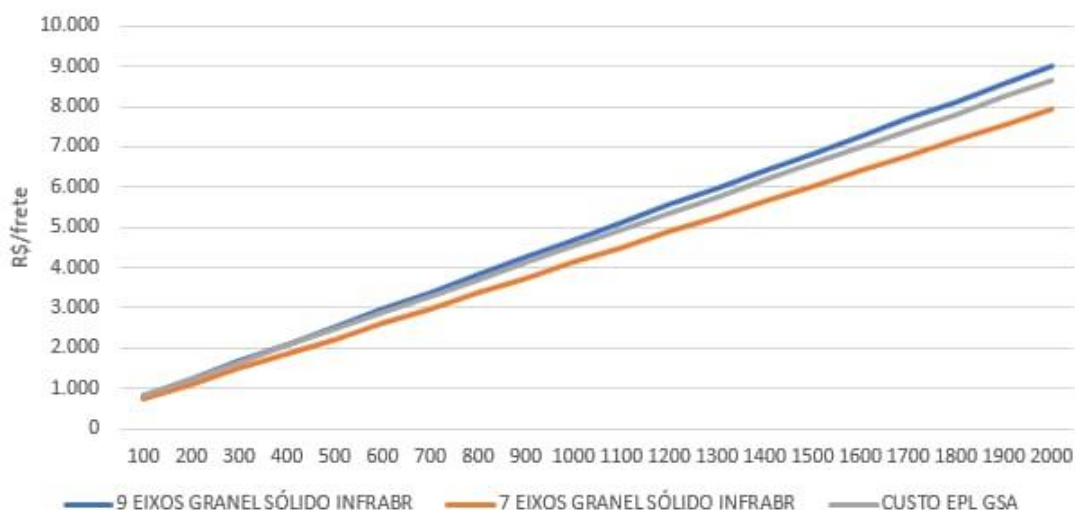


Figura 8 Comparação entre o simulador da EPL e dados do Infrabr (carga agrícola)

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 Accenture⁶, a partir de 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.

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

⁶ Trabalho desenvolvido pela EPL em conjunto com a Consultoria Accenture em 2013.

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 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 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	8.1283	+	0.0569	*Distância
GSM	7.5833	+	0.0541	*Distância
OGSM	7.7247	+	0.0551	*Distância
GL	11.5231	+	0.0783	*Distância
CGNC	18.3655	+	0.1025	*Distância
CGC	18.2066	+	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	6.0103	+	0.0318	*Distância
GSM	5.8059	+	0.0311	*Distância
OGSM	5.9141	+	0.0317	*Distância
GL	10.0040	+	0.0513	*Distância
CGNC	15.0344	+	0.0647	*Distância
CGC	14.8737	+	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	4.4599	+	0.0217	*Distância
GSM	4.2555	+	0.0210	*Distância
OGSM	4.3348	+	0.0213	*Distância
GL	10.0040	+	0.0470	*Distância
CGNC	15.0344	+	0.0593	*Distância
CGC	14.8737	+	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 NORMAN 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 13). 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	+	Coeficiente	*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	+	Coeficiente	*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 EPL 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 (SIADE), 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 13). Dessa forma, a tabela expõe as novas funções de

custo em reais por tonelada (com exceção para a carga GL, que está em R\$/m³) para data-base de 2017.

Tabela 8 Custos ferroviários por classe de carga e ferrovia.

Ferrovia⁷	Carga	Coefficiente	Intercepto	Ferrovia¹	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	-
FCA	GSA	0,0383	-	FCA	GL	0,0573	-
EFVM	GSA	0,0217	-	EFVM	GL	0,0423	-
EFPO	GSA	0,0674	-	EFPO	GL	0,0778	2,4818
EFC	GSA	0,0306	-	EFC	GL	0,1170	-
RMS	GSM	0,0186	26,2387	RMS	CGC	0,0281	0,5173
RMP	GSM	0,0458	1,4313	RMP	CGC	0,0176	-
RMO	GSM	0,1332	-	RMO	CGC	0,0955	-
RMN	GSM	0,0458	1,4313	RMN	CGC	0,0159	-
MRS	GSM	0,0458	1,4313	MRS	CGC	0,0399	9,3319
FTL	GSM	0,0698	6,3484	FTL	CGC	0,0586	-
FTC	GSM	-	-	FTC	CGC	0,0366	-
FNSTN	GSM	0,0201	-	FNSTN	CGC	0,0352	3,2200
FCA	GSM	0,0382	3,7285	FCA	CGC	0,0483	0,3281
EFVM	GSM	0,0042	13,1993	EFVM	CGC	0,0388	6,6897
EFPO	GSM	0,0633	9,9891	EFPO	CGC	0,0359	-
EFC	GSM	0,0063	15,4294	EFC	CGC	0,0352	3,2200
RMS	OGSM	0,0390	15,7012	RMS	CGNC	0,0531	13,6103
RMP	OGSM	0,0715	-	RMP	CGNC	0,0637	3,6137
RMO	OGSM	0,0444	-	RMO	CGNC	0,0707	-
RMN	OGSM	0,0715	-	RMN	CGNC	0,0796	-
MRS	OGSM	0,0521	8,4175	MRS	CGNC	0,0407	10,8412
FTL	OGSM	0,0597	11,6296	FTL	CGNC	0,0546	11,9430
FTC	OGSM	0,2924	-	FTC	CGNC	-	-
FNSTN	OGSM	0,0715	-	FNSTN	CGNC	0,0534	-

⁷ 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.

FCA	OGSM	0,0720	-	FCA	CGNC	0,0565	-
EFVM	OGSM	0,0528	-	EFVM	CGNC	0,0214	25,7220
EFPO	OGSM	0,0444	-	EFPO	CGNC	0,0783	-
EFC	OGSM	0,0715	-	EFC	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.

Regras consideradas			
Carga	GSA (R\$/t)	GSM (R\$/t)	OGSM (R\$/t)
RMS	X	X	X
RMP	X	usar função da MRS	X
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\$/m³)	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.

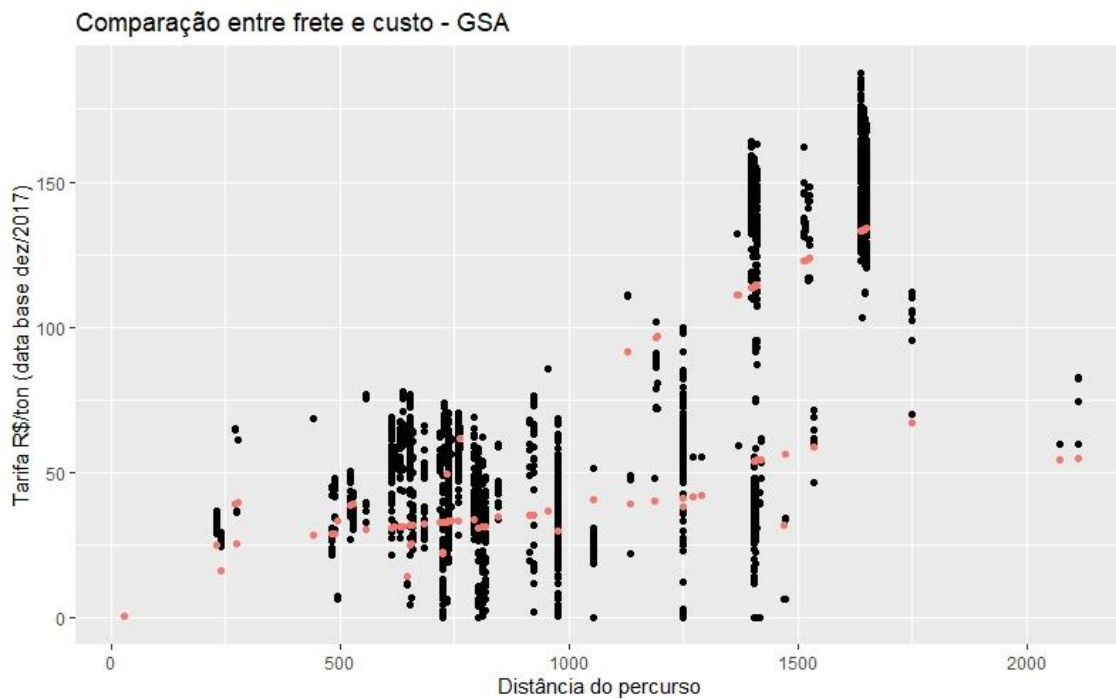


Figura 9 Comparação entre fretes e custos para o transporte rodoviário GSA

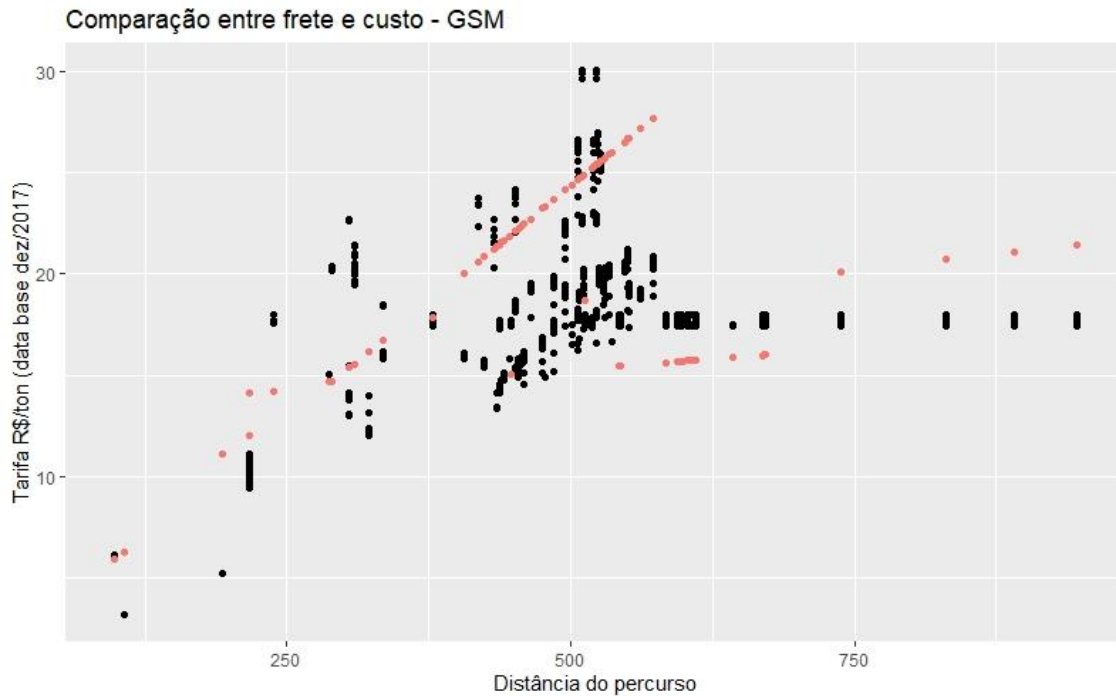


Figura 10 Comparação entre fretes e custos para o transporte rodoviário GSM

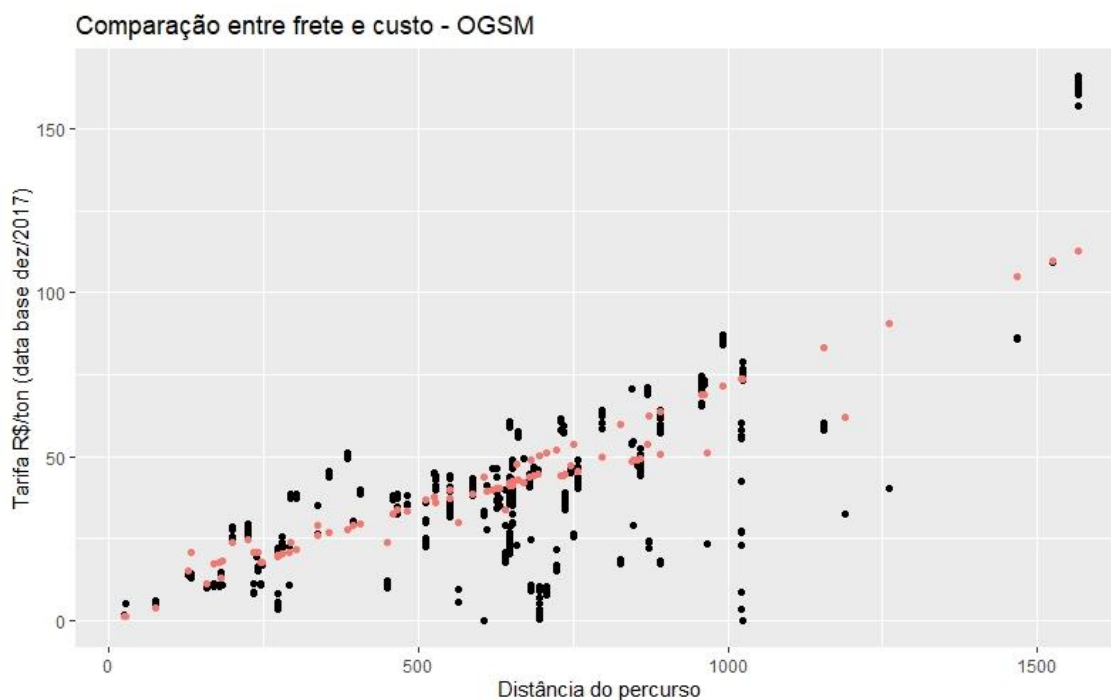


Figura 11 Comparação entre fretes e custos para o transporte rodoviário OGSM

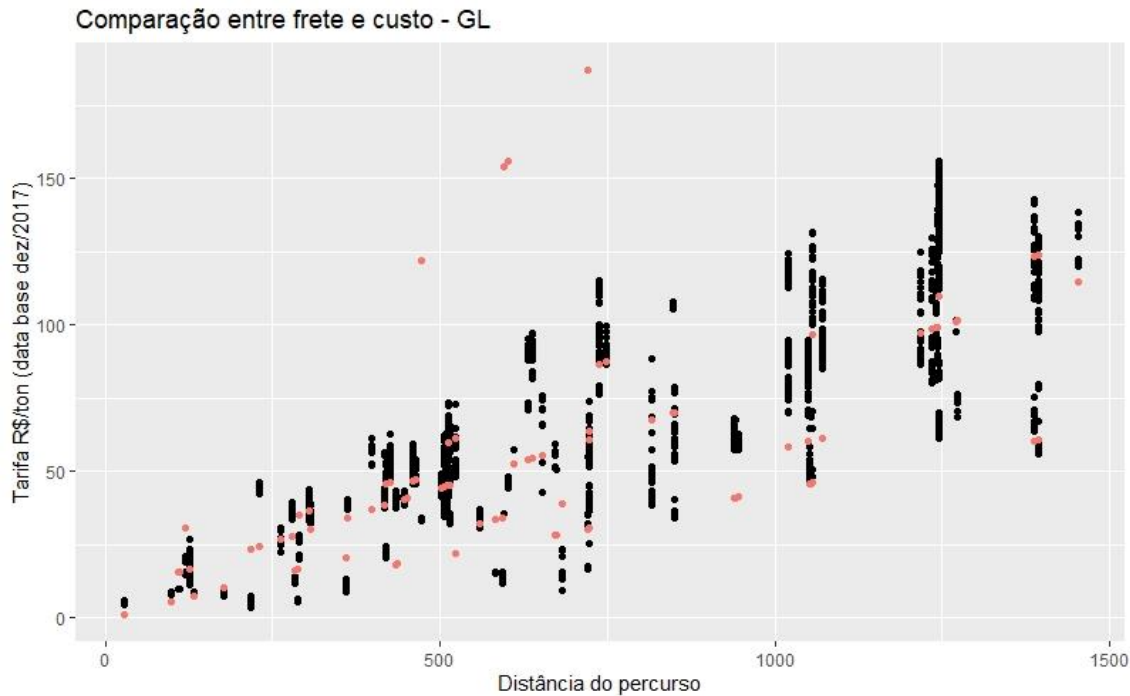


Figura 12 Comparação entre fretes e custos para o transporte rodoviário GL

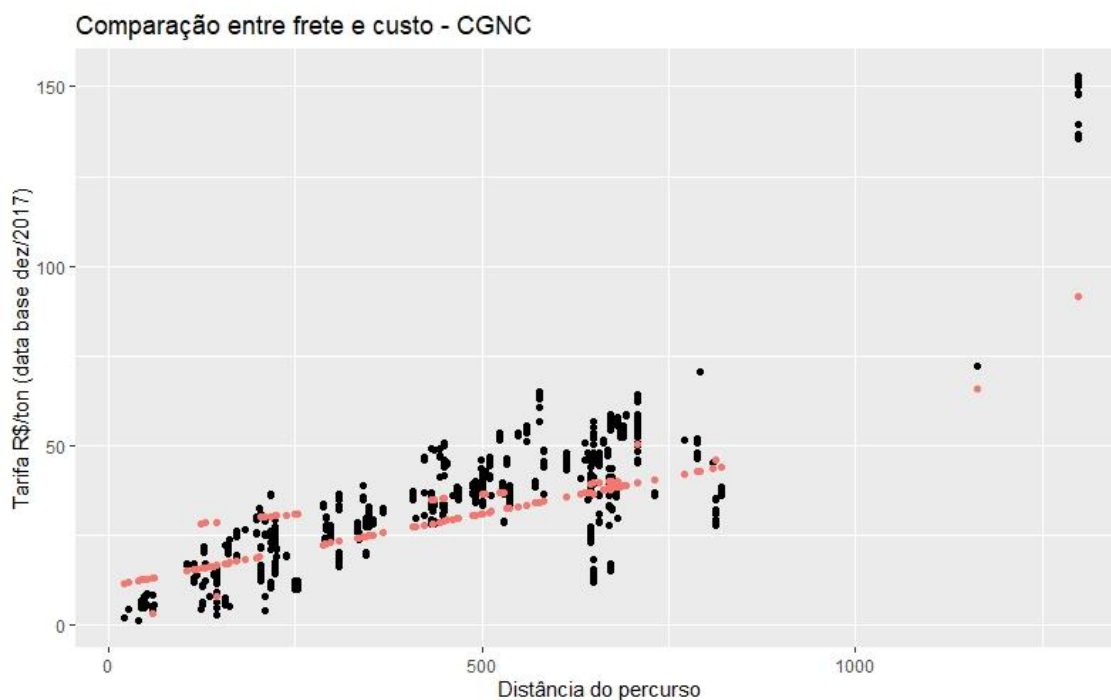


Figura 13 Comparação entre fretes e custos para o transporte rodoviário CGNC

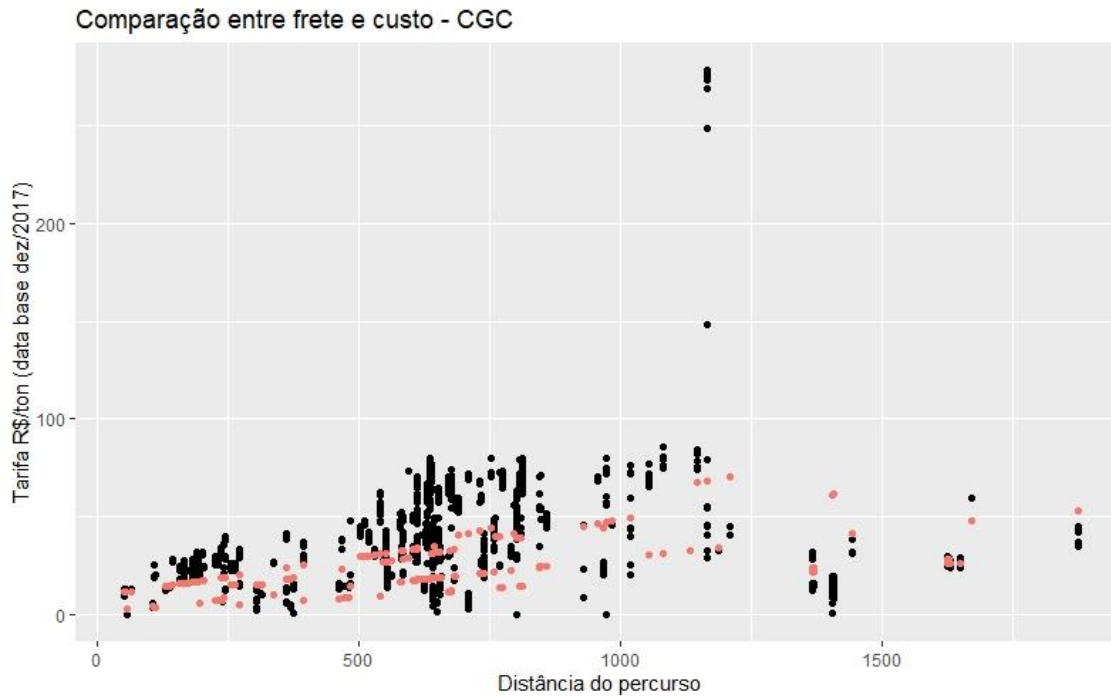


Figura 14 Comparação entre fretes e custos para o transporte rodoviário CGC

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:

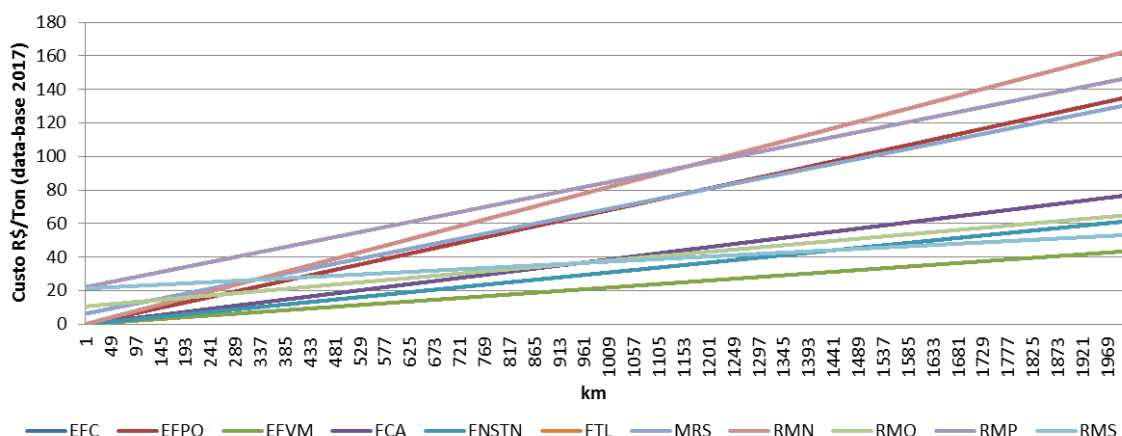


Figura 15 Curvas de custo para carga GSA

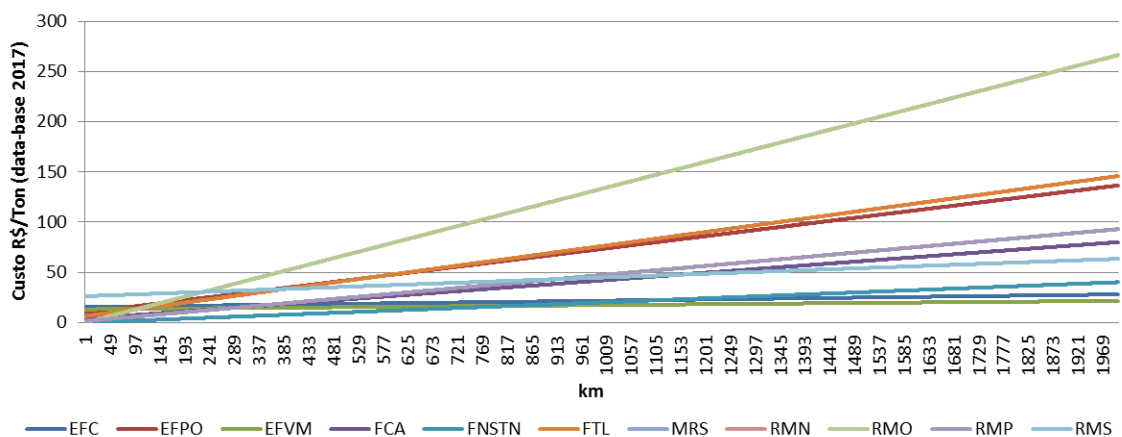


Figura 16 Curvas de custo para carga GSM

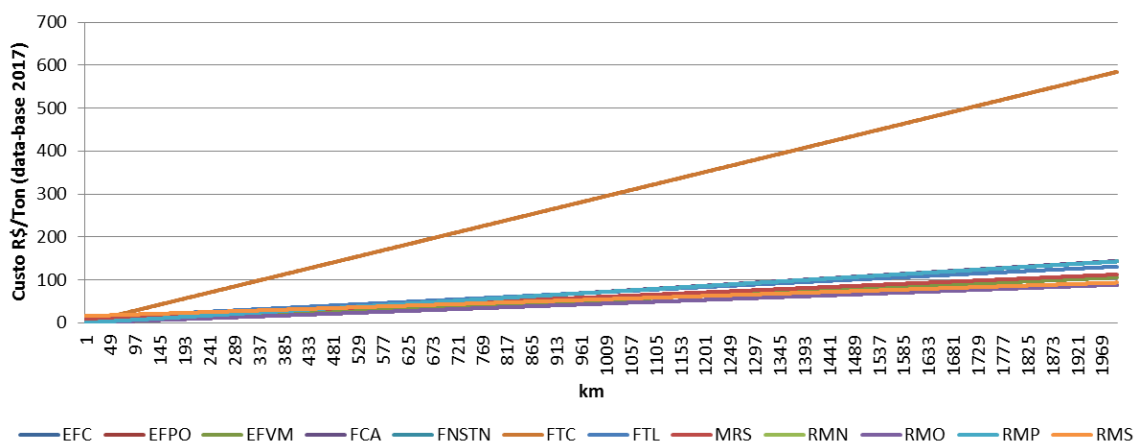


Figura 17 Curvas de custo para carga OGSM

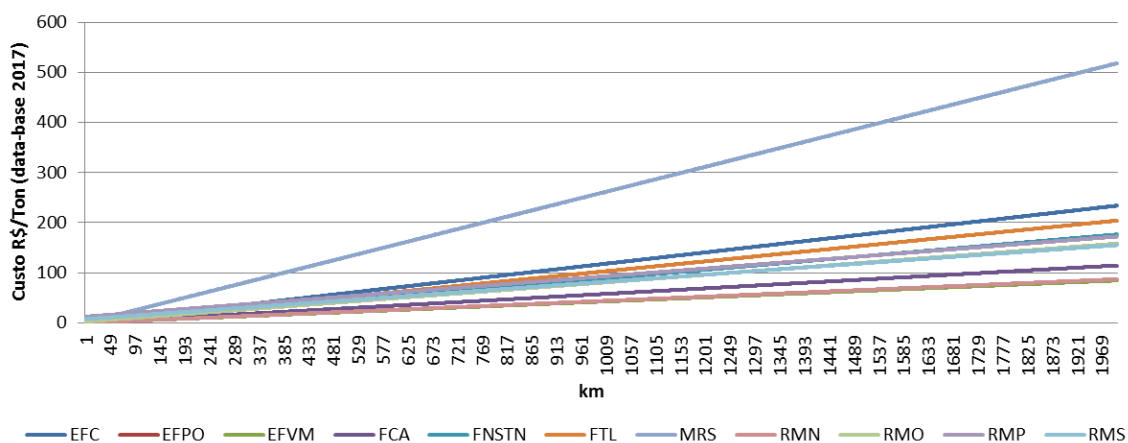


Figura 18 Curvas de custo para carga GL

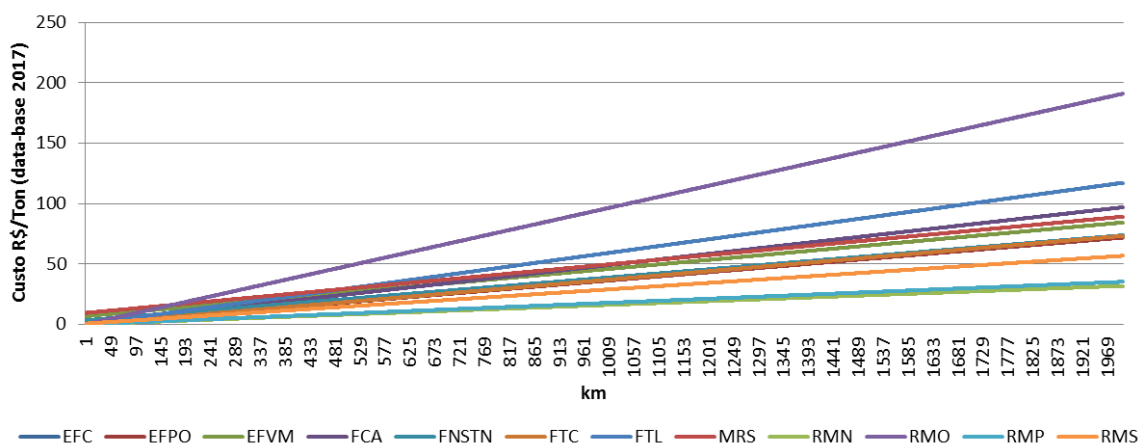


Figura 19 Curvas de custo para carga CGC

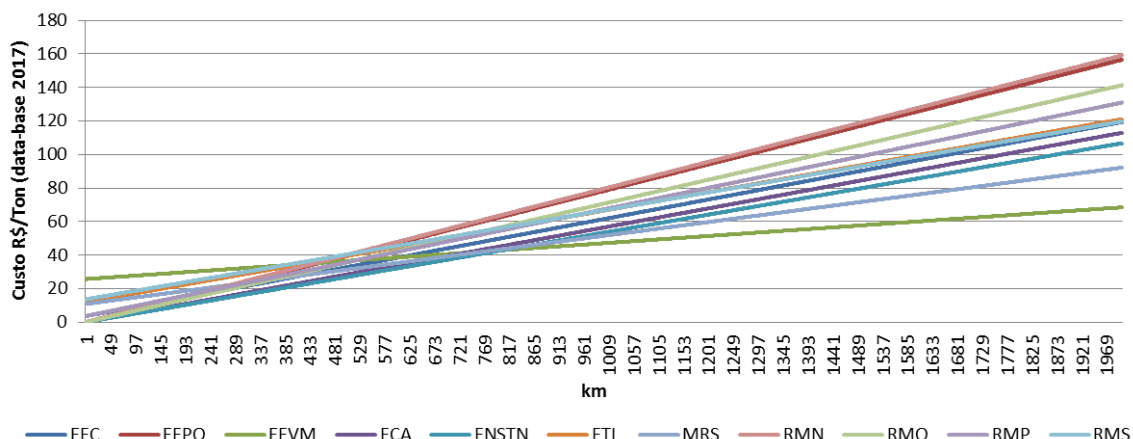


Figura 20 Curvas de custo para carga CGNC

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;
- 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. Tratam-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\$/m³) 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 da EPL

Para padronizar a classificação de produtos da EPL, 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 haviam 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 pela EPL em diversas fontes de dados disponíveis.

6.1.4. Construção do Custo de Movimentação Portuária

A tabela abaixo apresenta os dados levantados pela EPL:

Tabela 11 - Valores obtidos pela EPL.

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
Itaquí	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\$/m³

*** 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 pela EPL. 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\$/m³

*** 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
Itaguaí	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
Suape	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\$/m³

*** 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\$/m³

*** 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 (R\$/ton)	GSM (R\$/ton)	OGSM (R\$/ton)	GL (R\$/m³)	CGC (R\$/ton)	CGNC (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 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
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 Geipot	Geipot 2000 (IGP-DI)	EPL 2017
Nordeste	GSA	R\$ 11,21	R\$ 34,42	R\$ 26,90
Norte	GSA	R\$ 9,23	R\$ 28,34	R\$ 29,68
Sul	GSA	R\$ 10,22	R\$ 31,37	R\$ 27,61
Sul	CGC	R\$ 378,46	R\$ 1.161,64	R\$ 915,96
Sudeste	CGC	R\$ 484,65	R\$ 1.487,59	R\$ 930,00
Sudeste	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 δ 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 foram 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
Beverage (Alcoholic)	Bebidas exceto cervejas de malte, Bebidas - Cervejas de malte
Beverage (Soft)	Bebidas exceto cervejas de malte, Bebidas - Cervejas de malte
Food Processing	Carnes, Alimentos processados, Laticínios, Açúcares

Healthcare Products	Cosméticos
Drugs (Pharmaceutical)	Fármacos
Electronics (General)	Instrumentos e equipamentos profissionais
Electrical Equipment	Máquinas e equipamentos elétricos
Machinery	Máquinas e equipamentos mecânicos, Máquinas pesadas
Metals & Mining	Minério de ferro, Obras de ferro fundido, ferro ou aço, Ferro, Outros minerais, Subprodutos do minério de ferro
Furn/Home Furnishings	Mobiliário
Oil/Gas (Production and Exploratio	Óleo diesel, Petroquímicos, Etanol, Biodiesel, Gás Natural
Paper/Forest Products	Papel, Borracha e suas obras
Publishing & Newspapers	Produtos da indústria gráfica
Chemical (Basic)	Produtos químicos industriais, Produtos químicos orgânicos, Fertilizantes, Plásticos e suas obras
Chemical (Diversified)	Produtos químicos industriais, Produtos químicos orgânicos, Fertilizantes, Plásticos e suas obras
Farming/Agriculture	Soja em grão, Milho em grão, Outros cereais, Animais vivos, Farelos
Auto & Truck	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 δ , 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:

$$Valor\ do\ tempo = V * \delta * t$$

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 inexequível 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 já 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 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.

9. 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 grânéis 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>. Acesso em 17/10/2014.

ANTAQ. Cenário da cabotagem brasileira – 2010 a 2012. Brasília, 2013. Disponível em <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>.

ANTAQ. Transporte de cargas nas hidrovias hidrovia do Madeira 2010. Brasília, 2011. Disponível em <www.antaq.gov.br>.

ANTAQ. TRANSPORTE DE CARGAS NAS HIDROVIAS SOLIMÕES-AMAZONAS. Brasília, 2010. Disponível em <www.antaq.gov.br>.

ANTAQ; Custos portuários de obras civis -: Tabela de preços. Brasília, 2014. Disponível em <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>. 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>. 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>. 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>. 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>. 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.

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

CORRÊA, P.O.; GUERREIRO, E.D. viabilidade da operação de embarcação autoprovelida e autocarregável para transporte de contêineres na hidrovía tietê-paraná. Tékhne 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>. 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 >. Acessado em 2014.

GOMES, S.B.; MILAGRES, V. R. Hidrovía 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 >. 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>. Acesso em 17/10/2014.

NORFOLK SOUTHERN. Locomotive Engineer Trainning 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 >.

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: [s], 2015. 4 p. Disponível em: http://www.consultaesic.cgu.gov.br/busca/dados/Lists/Pedido/Attachments/463747/R ESPOSTA_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.

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.