

# METODOLOGIA DE CUSTOS DE TRANSPORTE

EPL.

# APRESENTAÇÃO

A EPL é responsável pela elaboração do Plano de Nacional de Logística – PNL, ferramenta de planejamento 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 logísticos, levando em consideração cada uma das alternativas de transporte existentes na rede.

Nesse sentido, a EPL desenvolveu ferramentas que permitem o cálculo dos custos de transporte e de transbordo para os diferentes modos de transporte, 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 logísticos 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.

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.

# SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	05
CLASSIFICAÇÃO DE PRODUTOS DA EPL	07
CUSTOS RODOVIÁRIOS	08
Custos fixos	09
Custos variáveis	11
Premissas de desempenho	12
CUSTOS FERROVIÁRIOS	13
Base de dados	14
Ferrovias	14
Metodologia para apuração de Custos	14
Construção das faixas de distância	15
Eliminação de <i>outliers</i>	15
Tarifa média ponderada pela distância	16
Construção das funções	17
CUSTOS DE CABOTAGEM	18
Custos fixos	19
Custos Variáveis	21
Premissas de desempenho	23
CUSTOS HIDROVIÁRIOS	26
Custos fixos	27
Custos variáveis	29
Premissas de desempenho	31

<b>CUSTOS DE TRANSBORDO</b>	<b>33</b>
Granéis sólidos agrícolas	34
Custos fixos	35
Custos Variáveis	38
Premissas de desempenho	38
Granéis sólidos não agrícolas (GSNA)	42
Custos fixos	43
Custos variáveis	45
Premissas de desempenho	47
Carga geral (CG)	50
Custos fixos	51
Custos variáveis	53
Premissas de desempenho	54
Carga geral conteinerizada (CGC)	57
Custos fixos	58
Custos variáveis	60
Premissas de desempenho	60
Granéis líquidos (GL)	63
Custos fixos	64
Custos variáveis	65
Premissas de desempenho	66
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>68</b>
<b>BIBLIOGRAFIA E DOCUMENTOS CONSULTADOS</b>	<b>69</b>
Tabela 1. Modalidades de transbordo	07
Tabela 4. Tempo de carga e descarga por tipo de embarcação	24

# INTRODUÇÃO

A EPL desenvolveu ferramentas que permitem o cálculo dos custos de transporte e de transbordo para os diferentes modos de transporte, 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 logísticos 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.

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. Este trabalho trata dos serviços “transporte” e “transbordo” de cargas.

No levantamento realizado pela EPL buscou-se a construção dos custos logísticos no sentido “de baixo para cima” (bottom-up). Para isto, foram elaborados simuladores que, de forma simplificada, buscam reproduzir o processo de prestação dos serviços de transporte ou de transbordo. Nesse processo, levam-se em consideração os 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 TKU (R\$/TKU) ou o custo unitário do transbordo, medido em reais por TU (R\$/TU ou R\$/t). Desse modo, influenciam diretamente o resultado obtido tanto as variáveis de custo como as variáveis de performance, sendo o custo unitário o valor resultante da divisão das primeiras pelas segundas.

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

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

Onde:

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

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

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

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

Para apuração dos custos de transporte e de transbordo, as mercadorias passíveis de transporte ou transbordo foram divididas conforme os sete grupos de carga utilizados nesse caderno de parâmetros.

Para simplificar a análise, e tendo em vista que não existem grandes diferenças na forma de transporte de granéis líquidos de origem vegetal e granéis líquidos derivados do petróleo, exceto pelas especificidades de cada produto, adotou-se como padrão uma única classificação unindo os dois tipos de produtos em granéis líquidos.

Foram levantados os custos de transporte nos modos rodoviário, ferroviário, hidroviário, cabotagem. Também foram apurados os custos de movimentação portuária e de transbordo em diferentes possibilidades. Para o transbordo foram consideradas as seguintes modalidades:

**Tabela 1.** Modalidades de transbordo

Modalidade de Transbordo	GSA (R\$/t)	GSNA (R\$/t)	GL (R\$/m <sup>3</sup> )	CG (R\$/t)
Rodo-ferro	✓	✓	✓	✓
Rodo-hidro	✓	✓	✓	✓
Ferro-hidro	✓	✓	✓	✓
Ferro-ferro	✓	✓	✓	✓
Ferro-rodô	✓	N/A*	✓	✓
Hidro-ferro	✓	✓	✓	✓
Hidro-rodô	✓	N/A*	✓	✓

\* Custo não apurado, por se tratar de situação considerada pouco factível.

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.

## CLASSIFICAÇÃO DE PRODUTOS DA EPL

Nessa análise os produtos foram classificados em cinco categorias de produtos. São elas: *Granel Sólido Agrícola*, *Granel Sólido Não Agrícola*, *Granel Líquido*, *Carga Geral* e *Carga Geral em Contêiner*.

Os granéis sólidos agrícolas englobam todos os produtos de origem agrícola transportados sem serem embalados ou unitizados, sendo eles soja, milho, açúcar, trigo, arroz, dentre outros. Os granéis sólidos não agrícolas englobam todos os produtos transportados de origem não agrícola, sendo basicamente os produtos de origem mineral como minério de ferro, bauxita, fertilizantes, calcário, dentre outros.

Para simplificar a análise, os granéis líquidos de origem vegetal e granéis líquidos derivados do petróleo, exceto pelas especificidades de cada produto, foram padronizados uma única classificação.

A carga geral 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 conteinerizada é composta por todas as cargas que são transportadas em contêiner.

# CUSTOS RODOVIÁRIOS

---



## 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.

### Gastos com Motorista

Corresponde às despesas mensais com salário de motorista, e horas extras, participação nos lucros e encargos sociais.

### Gastos com Mecânico

Cobre as despesas com pessoal de manutenção. Seu custo mensal é obtido multiplicando-se o salário médio do pessoal de oficina pelo coeficiente de encargos sociais e dividindo-se o resultado pela relação entre o número de caminhões e o número de funcionários do setor.

### 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 (OuFunc);
- Despesas bancárias (DespBanc);
- Outros.

## 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.

## 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. Se o veículo segue totalmente carregado em um sentido e retorna vazio, o fator de aproveitamento é de 50%.

### Tonelagem Efetiva

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

### Velocidade Comercial

É a velocidade média que o veículo costuma fazer para transportar cada tipo de carga. Em alguns trechos o veículo tráfega 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.

# CUSTOS FERROVIÁRIOS

---



A EPL ainda não possui um simulador do tipo “bottom-up” para ferrovias. Nesse sentido são utilizados dados da base do Sistema de Acompanhamento e Fiscalização do Transporte Ferroviário (SAFF) da Agência Nacional de Transportes Terrestres.

## Base de dados

Foi utilizada a base do Sistema de Acompanhamento e Fiscalização do Transporte Ferroviário (SAFF) da Agência Nacional de Transportes Terrestres (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).

## Ferrovias

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 a 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).

## Metodologia para apuração de Custos

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 as 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 transportada 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 conhecida 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.

# CUSTOS DE CABOTAGEM

---



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

## Custos fixos

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

## 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.

## Valor de compra da embarcação e características gerais

Gasto com aquisição da embarcação, em reais. Nesse trabalho foram considerados valores pesquisados junto às empresas de cabotagem e valores obtidos em trabalhos acadêmicos. Seguem as características básicas consideradas para cada tipo de embarcação.

## 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.

## 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.

## ***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.

## 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.

## ***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.

## 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 tonelagem nominal e o fator de aproveitamento.

### Velocidade Comercial

É a velocidade média alcançada pelas embarcações no transporte de cargas, considerando diferentes situações de navegação. A velocidade é influenciada sobretudo pelas características dos trechos navegados, condições climáticas e características da embarcação, como potência do motor, peso da embarcação, além do perfil e peso da carga. A velocidade comercial também pode ser influenciada por normas de segurança, como as emitidas pela Marinha do Brasil.

### Horas em navegação (mês)

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

Nesse estudo, considera-se 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. Para fins de simulação, foram considerados os seguintes tempos de carga e descarga:

**Tabela 4.** Tempo de carga e descarga por tipo de embarcação

Tipo de Carga	Tempo de carga e descarga da embarcação
Granel Sólido Agrícola (GSA)	36/36
Granel Sólido não-Agrícola (GSNA)	36/36
Granel Líquido (GL)	24/24
Carga Geral em Contêiner (CGC)	30/30
Carga Geral (CG)	30/30

## 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.

## Percorso

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%.

# CUSTOS HIDROVIÁRIOS

---



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 elevada, moderada e baixa.

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

## Custos fixos

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

## 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.

## 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 e valores obtidos em trabalhos acadêmicos

## 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.

## Gastos com salários da tripulação

### *Remuneração média (R\$)*

Para essa variável foram considerados valores médios conforme estudo sobre o transporte hidroviário de cargas. Os valores foram corrigidos para junho de 2014.

### *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 Consultoria Accenture, 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.

## Custos variáveis

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

## Gastos com manutenção das embarcações

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

## Gastos com combustível

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

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

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

### ***Consumo de combustível kg/km***

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

### ***Densidade do combustível***

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

### ***Preço do combustível***

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

### ***Potência***

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

### ***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.

## **Premissas de desempenho**

### **Tonelagem Nominal**

É a capacidade máxima de carga de cada comboio.

### **Fator de Aproveitamento**

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

### **Tonelagem Efetiva (média)**

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

### **Velocidade Comercial**

É a velocidade média alcançada pelas embarcações no transporte de cargas, considerando diferentes situações de navegação. A velocidade é influenciada sobretudo pelas características dos trechos navegados, condições climáticas e características da embarcação, como potência do motor, peso da embarcação, além do perfil e peso da carga. A velocidade comercial também pode ser influenciada por normas de segurança, como as emitidas pela Marinha do Brasil.

### **Horas em navegação (mês)**

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

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

## Tempo de Carga e de Descarga

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

## Distância percorrida (mês)

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

## Percorso

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%;

# CUSTOS DE TRANSBORDO

---



## Granéis sólidos agrícolas

A carga de granéis sólidos agrícolas é aquela que não é acondicionada em qualquer tipo de embalagem. É carga seca, de origem vegetal, embarcada e transportada sem acondicionamento, sem marca de identificação e sem contagem de unidades, tais como soja, milho e trigo.

As simulações foram feitas para as seguintes modalidades de transbordo:

- Rodoviário – Ferroviário;
- Rodoviário – Hidroviário;
- Ferroviário – Rodoviário;
- Ferroviário – Hidroviário;
- Ferroviário – Ferroviário; <sup>1</sup>
- Hidroviário – Rodoviário;
- Hidroviário – Ferroviário.

Os simuladores de transbordo de GSA foram desenvolvidos segundo a mesma lógica geral dos simuladores bottom up. 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.

<sup>1</sup> Esse transbordo ocorre quando há transferência da carga de um trem para outro trem, ou de um trem para o silo e depois para o outro trem. Normalmente esse tipo de transbordo ocorre quando há troca de malha ferroviária, geralmente com mudança de bitola.

Para todas as modalidades de transbordo de GSA, utilizou-se uma mesma estrutura básica de simulação, sendo diversos pressupostos de custos e de produtividade comuns a vários tipos de transbordo. Por isto, a estrutura básica de simulação será apresentada e as diferenças entre as várias modalidades de transbordo serão destacadas, sempre que houver.

## Custos fixos

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

### 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. Nesse trabalho foram considerados os seguintes equipamentos:

- 
- I. Balança ferroviária:** foi considerada uma depreciação de 20 anos para esse equipamento.
  - II. Balança rodoviária:** foi considerada uma depreciação de 20 anos para esse equipamento.
  - III. Elevadores de grãos:** foi considerada uma depreciação de 20 anos para esse equipamento.
  - IV. Moega:** foi considerada uma depreciação de 20 anos para esse equipamento.
  - V. Silo de armazenagem:** foi considerada uma depreciação de 25 anos para esse equipamento.
  - VI. Silo pulmão:** foi considerada uma depreciação de 25 anos para esse equipamento.
  - VII. Sugadores de grãos:** foi considerada uma depreciação de 20 anos para esse equipamento.
  - VIII. Tombador de caminhão:** foi considerada uma depreciação de 20 anos para esse equipamento.
  - IX. Tracionador de vagão:** foi considerada uma depreciação de 20 anos para esse equipamento.
  - X. Transportadores de grãos:** foi considerada uma depreciação de 20 anos para esse equipamento.
  - XI. Transportadores de corrente:** foi considerada uma depreciação de 20 anos para esse equipamento.
  - XII. Tulha:** foi considerada uma depreciação de 20 anos para esse equipamento.

## 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.

## Custos variáveis

A estrutura básica do simulador de custos GSA, 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.

## Premissas de desempenho

### Movimentação diária de graneis sólidos agrícola

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, conforme será detalhado.

### ***Rodoviário – ferroviário e rodoviário – hidroviário***

Considerou-se que nos terminais com origem no modo rodoviário o elo de menor capacidade é a descarga de caminhões.

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

### ***Ferroviário – rodoviário, ferroviário – hidroviário e ferroviário – ferroviário***

Para os terminais com origem no modo ferroviário, considerou-se a capacidade do terminal a partir da descarga de vagões.

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.

### ***Hidroviário – rodoviário e Hidroviário – ferroviário***

Para os terminais com origem no modo hidroviário, considerou-se a capacidade do terminal a partir da capacidade dos sugadores de grãos.

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

## 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.

## Influência da safra na utilização do terminal de transbordo

Para o cálculo do volume anual movimentado, deve-se considerar o período de safra e de entressafra de grãos ao longo do ano. Considera-se que o período de safra ocorre durante 6 meses do ano, de janeiro a junho, coincidindo com o período das safras de soja, de milho e da safrinha de milho.

## Horas de funcionamento diário do terminal

Considera-se que o terminal de transbordo funciona 24 horas por dias 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.

## Granéis sólidos não agrícolas (GSNA)

Granel sólido não agrícola é a carga de origem geralmente mineral e que não é acondicionada em qualquer tipo de embalagem, sendo embarcada e transportada sem acondicionamento, sem marca de identificação e sem contagem de unidades, tais como minério de ferro, fertilizantes não acondicionados, bauxita etc.

As simulações foram feitas para as modalidades de transbordo abaixo listadas e sucintamente descritas:

- **Rodoviário – Ferroviário:** consiste na descarga de caminhões em pátio aberto, organização e formação de pilhas por pás carregadeiras e posterior carregamento em vagões ferroviários com pás carregadeiras;
- **Rodoviário – Hidroviário:** descarga de caminhões em um pátio aberto, organização e formação de pilhas por pás carregadeiras, posterior alimentação de telestacker com pás carregadeiras, transporte por correia e carregamento das balsas também com uso de telestacker;
- **Ferroviário – Hidroviário:** descarga de vagões ferroviários em elevado, remoção e formação de pilhas por pás carregadeiras, posterior alimentação de telestacker com pás carregadeiras, transporte por correia e carregamento das balsas também com uso de telestacker;
- **Ferroviário – Ferroviário<sup>2</sup>:** descarga de vagões em elevado, remoção e formação de pilhas por pás carregadeiras, posterior carregamento em vagões ferroviários com pás carregadeiras;
- **Hidroviário – Ferroviário:** descarga da balsa para o pátio com guindaste e grab, organização e formação das pilhas por pás carregadeiras e posterior carregamento em vagões ferroviários com pás carregadeiras.

Os simuladores de transbordo de GSNA foram desenvolvidos segundo a lógica geral dos simuladores bottom up. Nessa lógica, foram apurados os principais custos fixos, custos variáveis, remuneração do capital e a produção anual de transbordo.

<sup>2</sup> Esse transbordo ocorre quando há transferência da carga de um trem para outro trem, ou de um trem para o pátio e depois para o outro trem. Normalmente esse tipo de transbordo ocorre quando há troca de malha ferroviária, geralmente com mudança de bitola.

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 aspecto importante foi a calibração da produção anual de transbordo com visitas técnicas. 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 foram importantes para a calibração da produtividade dos equipamentos em cada modalidade de transbordo, permitindo a representação das diferenças reais de produtividade observadas no mundo real

Para todas as modalidades de transbordo de GSNA, utilizou-se uma mesma estrutura básica de simulação, sendo diversos pressupostos de custos e de produtividade comuns aos vários tipos de transbordo. Por isto, a estrutura básica de simulação será apresentada e as diferenças entre as várias modalidades de transbordo serão destacadas, sempre que houver.

## Custos fixos

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

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

### Salários

Corresponde ao valor que os funcionários recebem anualmente por seu trabalho, levando em consideração sua jornada de trabalho. 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 de equipe, técnico de segurança, operadores de máquinas e equipamentos, ajudantes gerais, administrativos, portaria e segurança etc.

## Custo das instalações

Dentre as instalações, edificações e obras de acessos foram consideradas as abaixo listadas:

- Acessos rodoviários externos;
- Acessos rodoviários internos;
- Acessos aquaviários, consistindo de cais flutuante;
- Acessos ferroviários;
- Aparelho de Mudança de Vias – AMV;
- Elevado para descarga de vagões;
- Pátio de armazenagem aberto, iluminado e cercado, sem pavimento;
- Edificação administrativa;
- Galpão de apoio para armazenagem e manutenção de máquinas, veículos e equipamentos;
- Portarias ou posto de pesagem.

## Tempo de depreciação

Nesse estudo foi considerado um período de depreciação das obras civis (instalações, edificações e acessos) de 40 anos.

## Manutenção das instalações

Corresponde ao valor gasto com manutenção das instalações físicas do terminal. Foi considerado um fator sobre o valor do investimento em obras civis do terminal.

## Depreciação do maquinário

Corresponde ao valor da depreciação do maquinário utilizado no terminal. Nesse trabalho foram considerados os seguintes equipamentos:

- Balanças rodoviárias: foi considerada depreciação do equipamento em 20 anos.
- Balanças ferroviárias: foi considerada depreciação do equipamento em 20 anos.
- Tracionadores de vagão: foi considerada depreciação do equipamento em 20 anos.
- Pás carregadeiras de pneus: foi considerada depreciação em 20 anos.

## Seguros

Representa os gastos com seguros das instalações e dos equipamentos do terminal. Esse fator foi levantado junto à Superintendência de Seguros Privados (SUSEP) e calibrado a partir de informações provenientes de visitas técnicas.

## 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.

## 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 energia elétrica

Representa os gastos com energia elétrica do terminal de transbordo.

Nas modalidades de transbordo Rodoviário – Ferroviário e Ferroviário – Ferroviário foram considerados principalmente os consumos com iluminação do pátio e consumo das edificações.

Nas modalidades de transbordo rodoviário – hidroviário, ferroviário – hidroviário e hidroviário – ferroviário, foi considerado um fator de consumo por tonelada movimentada, referente principalmente aos equipamentos de remoção, elevação e transporte de grãos no terminal.

## Manutenção do maquinário

Corresponde ao fator gasto com manutenção dos equipamentos do terminal em relação aos investimentos realizados.

## Gastos com equipamentos

### *Consumo de Diesel das Pás Carregadoras*

Corresponde ao valor gasto com combustível das pás carregadoras. O consumo obtido foi resultante do número de pás e da intensidade de uso em cada modalidade de transbordo.

### *Consumo de Lubrificantes e fluidos das pás Carregadoras*

Corresponde ao valor gasto com lubrificantes e demais fluidos pelas pás carregadoras.

### *Consumo de Pneus das Pás Carregadoras*

Corresponde ao valor gasto com pneus das pás carregadoras, considerando o número e a intensidade de uso dos equipamentos.

## Premissas de desempenho

### Capacidade estática de armazenamento de Carga Geral

Representa a capacidade de armazenamento simultâneo do terminal.

### Capacidade de transbordo médio por hora

Representa a capacidade de transposição média de GSNA por hora. A partir dessa variável é calculada a capacidade anual 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, conforme será detalhado.

#### *Rodoviário – ferroviário*

Considerou-se que no transbordo rodoviário – ferroviário o elo de menor capacidade é a descarga de caminhões.

#### *Ferroviário – ferroviário*

Para o transbordo ferroviário - ferroviário, considerou-se a capacidade do terminal a partir da descarga de vagões.

#### *Rodoviário – hidroviário e Ferroviário - hidroviário*

Para os terminais com destino no modo hidroviário, considerou-se a capacidade do terminal a partir da capacidade dos equipamentos de elevação, transporte e embarque de GSNA, tais como telestacker e correias transportadoras.

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

#### *Hidroviário – ferroviário*

Para o transbordo hidroviário – ferroviário, o elo de menor capacidade está na capacidade de remoção do GSNA, realizada com guindaste e grab.

Considerando uma operação simultânea de duas balsas e dois guindastes, obtém-se uma capacidade nominal de descarga reduzida pela disponibilidade dos equipamentos e de balsas no cais.

## Disponibilidade dos equipamentos

Representa a disponibilidade média das máquinas e equipamentos utilizados no transbordo, tais como guindastes, telestacker, correias etc. Considera-se que os equipamentos estão disponíveis para realizar o transbordo por um percentual 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 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 dias sem interrupções, inclusive finais de semana e feriados.

## Paradas técnicas

Considera-se uma reserva de 10% 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.

## Carga geral (CG)

Considera-se carga geral os volumes acondicionados em sacos, fardos, caixas, engradados, amarrados, tambores, etc., ou ainda volumes sem embalagens, como veículos, maquinários industriais ou blocos de pedra. Carga geral é, portanto toda mercadoria embalada ou não e que necessita de arrumação (estivagem) para ser transportada. Como exemplo bobinas, caixotes aramados, chapas de ferro, madeira ou aço, pedras em bloco, pneus soltos, veículos, tubos de ferro, dentre outros.

As simulações foram feitas para as modalidades de transbordo abaixo discriminadas. A repetição do nome do modo de transporte significa que a operação tem o mesmo custo, tanto no sentido da movimentação de cargas da rodovia para a ferrovia como da ferrovia para a rodovia, por exemplo.

- Hidroviário – ferroviário – hidroviário;
- Hidroviário – rodoviário – hidroviário;
- Rodoviário – ferroviário – rodoviário;
- Ferroviário – Ferroviário.

Os simuladores de transbordo de CG foram desenvolvidos segundo a lógica geral dos simuladores *bottom up*. 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 produção, 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 de transbordo foi importante para a calibração da produtividade dos equipamentos em cada modalidade de transbordo, permitindo a representação das diferenças reais de produtividade observadas nas visitas técnicas.

Para todas as modalidades de transbordo de CG, utilizou-se uma mesma estrutura básica de simulação, sendo diversos pressupostos de custos e de produtividade comuns aos vários tipos de transbordo. Por isto, a estrutura básica de simulação será apresentada e as diferenças entre as várias modalidades de transbordo serão destacadas, sempre que houver.

## Custos fixos

A estrutura básica de custos fixos dos simuladores de custos para CG segue a lógica apresentada abaixo:

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

### Salários

Corresponde ao valor que os funcionários recebem anualmente por seu trabalho, levando em consideração sua jornada de trabalho. Utiliza-se ainda a premissa de 99% de encargos sociais e de 33,3% de benefícios indiretos (auxílios para alimentação, saúde e outros benefícios indiretos). Considera-se também o recebimento de um bônus anual equivalente ao valor de um salário mensal por empregado.

### 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 e acessos

Nesse estudo, a infraestrutura considerada é compatível com a verificada nas visitas técnicas. Verifica-se que os valores dimensionados são compatíveis com os necessários para realização da movimentação proposta em cada tipo de transbordo. Esses dados foram obtidos e calibrados a partir de dados obtidos em visitas técnicas.

### Tempo de depreciação

Nesse estudo foi considerado um período de depreciação das obras civis (instalações e acessos) de 40 anos.

## Manutenção das instalações

Corresponde ao valor percentual anual gasto com manutenção das instalações físicas do terminal.

## Depreciação do maquinário

Corresponde ao valor da depreciação do maquinário utilizado nos terminais. Nesse trabalho foram considerados os seguintes equipamentos:

**I. Ponte rolante:** foi considerada uma depreciação de 20 anos para esse equipamento.

**II. Acessórios para ponte rolante** (longarinas curtas; longarina média 9 m; longarina longa 18 m; ganchos C; tenazes pequenas; tenaz grande; eletroímãs; correntes finas de 10 m; 2 correntes grossas de 10 m): foi considerada uma depreciação de 20 anos para esses equipamentos.

**III. Guindaste de 40 toneladas:** foi considerada uma depreciação de 20 anos para esses equipamentos.

Balanças rodoviárias: foi considerada uma depreciação de 20 anos para esse equipamento.

**IV. Balanças ferroviárias:** foi considerada uma depreciação de 20 anos para esse equipamento.

**V. Tracionadores de vagão:** foi considerada uma depreciação de 20 anos para esse equipamento.

**VI. Empilhadeiras GLP/gasolina:** foi considerada uma depreciação de 10 anos.

**VII. Empilhadeiras a diesel:** foi considerada uma depreciação de 10 anos.

**VIII. Empilhadeiras a diesel:** foi considerada uma depreciação de 10 anos.

**IX. Reachstacker:** foi considerada uma depreciação de 10 anos para esse equipamento.

**X. Instalações elétricas, subestação principal e sistema de água:** foi atribuída uma depreciação de 25 anos para essas instalações.

## 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.

## Custos variáveis

A estrutura básica do simulador de custos CG, 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. Vale ressaltar que foram considerados valores médios praticados para cada tipo de transbordo conforme observações realizadas nas visitas técnicas. 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. Os valores assumidos por modalidade foram calculados a partir da divisão dos valores gastos mensalmente com energia (obtidos em visitas técnicas) pela movimentação mensal do terminal.

### Consumo dos equipamentos

Corresponde aos valores gastos com combustível e lubrificante dos equipamentos não elétricos, como reachstacker, empilhadeiras, veículos de movimentação no armazém, dentre outros.

## Manutenção do maquinário

Corresponde ao valor gasto com manutenção dos equipamentos do terminal.

## Premissas de desempenho

### Capacidade estática de armazenamento

Representa a capacidade de armazenamento simultânea do terminal.

### Capacidade de transbordo médio por hora

Representa a capacidade de transbordo médio por hora. Foi considerado que o terminal realiza transbordo de produtos siderúrgicos, pedras em bloco, veículo, cargas paletizadas e outras cargas diversas. Para calcular a capacidade de transbordo médio por hora, foram consideradas a capacidade de recepção e descarga de vagões no terminal, a carga média de cada vagão e a disponibilidade dos equipamentos, no caso do transbordo que envolve o modo ferroviário. Quando o transbordo envolve o modo rodoviário, foi considerada a capacidade de recepção e descarga do caminhão, assim como a capacidade média do veículo, além da disponibilidade do mesmo. Por fim, quando o transbordo envolve hidrovia foi considerada a capacidade de recepção de barcaça no cais, além da disponibilidade observada de barcaças atracadas. Verifica-se que em operações diferentes a capacidade média de transbordo por hora pode ser semelhante, sobretudo pelo fato de que dentre as variações de transbordo muitos equipamentos e suas respectivas produtividades são semelhantes.

### 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 por um determinado tempo de funcionamento do terminal. No restante do tempo, o equipamento pode estar não operacional por quebra, manutenção preventiva, paradas rotineiras para ajustes, limpeza 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 dias sem interrupções, inclusive finais de semana e feriados.

## Paradas técnicas

Considera-se uma reserva de 10% do tempo total de funcionamento para paradas técnicas do terminal, seja para realização de manutenções globais, para 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. Os valores obtidos mostraram-se compatíveis com os valores de movimentação observados nas visitas técnicas realizadas.

## Número de funcionários

Representa o número de empregados que trabalham no ponto de transbordo. Uma premissa é que o número de empregados seja suficiente para o funcionamento autônomo do terminal de transbordo, significando que não se pressupõe a existência de uma matriz ou escritório central externo para que o terminal funcione. 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.

## Carga geral conteinerizada (CGC)

Carga geral conteinerizada é uma denominação adotada para designar todo tipo de carga em contêineres.

As simulações foram feitas para as modalidades de transbordo abaixo discriminadas. A repetição do nome do modo de transporte significa que a operação tem o mesmo custo, tanto no sentido da movimentação de cargas da rodovia para a ferrovia como da ferrovia para a rodovia, por exemplo.

- Hidroviário – ferroviário – hidroviário;
- Hidroviário – rodoviário – hidroviário;
- Rodoviário – ferroviário – rodoviário;
- Ferroviário – Ferroviário<sup>3</sup>.

Os simuladores de transbordo de CGC foram desenvolvidos segundo a lógica geral dos simuladores bottom up. 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 produção, 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 de transbordo foi importante para a calibração da produtividade dos equipamentos em cada modalidade de transbordo, permitindo a representação das diferenças reais de produtividade observadas nas visitas técnicas.

Para todas as modalidades de transbordo de CGC, utilizou-se uma mesma estrutura básica de simulação, sendo diversos pressupostos de custos e de produtividade comuns a vários tipos de transbordo. Por isto, a estrutura básica de simulação será apresentada e as diferenças entre as várias modalidades de transbordo serão destacadas, sempre que houver.

<sup>3</sup> Esse transbordo ocorre quando há transferência da carga de um trem para outro trem, ou de um trem para o pátio ou armazém e depois para o outro trem. Normalmente esse tipo de transbordo ocorre quando há troca de malha ferroviária, geralmente com mudança de bitola.

## Custos fixos

A estrutura básica de custos fixos dos simuladores de custos para CGC segue a lógica apresentada abaixo:

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

### Salários

Corresponde ao valor que os funcionários recebem anualmente por seu trabalho, levando em consideração sua jornada de trabalho. Utiliza-se ainda a premissa de 99% de encargos sociais e de 33,3% de benefícios indiretos (auxílios para alimentação, saúde dentre outros benefícios). Considera-se também o recebimento de um bônus anual equivalente ao valor de um salário mensal por empregado.

### 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, a infraestrutura considerada é compatível com a verificada nas visitas técnicas. Verifica-se que os valores dimensionados são compatíveis com os necessários para realização da movimentação proposta em cada tipo de transbordo. Esses dados foram obtidos e calibrados a partir de dados obtidos em visitas técnicas.

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 valor gasto com manutenção das instalações físicas do terminal. Foi considerado um fator gasto anualmente sobre o valor do investimento em obras civis do terminal.

## Depreciação do maquinário

Corresponde ao valor da depreciação do maquinário utilizado nos terminais. Nesse trabalho foram considerados os seguintes equipamentos:

**I. Transteineres:** foi considerada uma depreciação de 20 anos para esse equipamento.

**II. Guindaste de 40 toneladas:** foi considerada uma depreciação de 20 anos para esses equipamentos.

**III. Reachstacker:** foi considerada uma depreciação de 10 anos para esse equipamento.

**IV. Balança rodoviária:** foi considerada uma depreciação de 20 anos para esse equipamento.

**V. Balanças ferroviárias:** foi considerada uma depreciação de 20 anos para esse equipamento.

**VI. Scanner para contêiner:** foi considerada uma depreciação de 20 anos para esse equipamento.

**VII. Equipamentos de Optical Character Recognition (OCR):** foi considerada uma depreciação de 20 anos para esse equipamento.

**VIII. Empilhadeiras GLP/gasolina:** foi considerada uma depreciação de 10 anos.

**IX. Instalações elétricas, subestação principal e sistema de água:** foi atribuída uma depreciação de 25 anos para essas instalações.

## 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.

## Custos variáveis

A estrutura básica do simulador de custos CGC, 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. Vale ressaltar que foram considerados valores médios praticados para cada tipo de transbordo conforme observações realizadas nas visitas técnicas.

### Gastos com equipamentos

Corresponde aos valores gastos com combustível e lubrificante dos equipamentos não elétricos, como reachstacker, empilhadeiras, veículos de movimentação no armazém, dentre outros. Para isso, foi considerado um fator por tonelada para todas as modalidades de transbordo, exceto o ferroviário – ferroviário, em que foi considerado um consumo por tonelada.

### Manutenção do maquinário

Corresponde ao valor percentual gasto com manutenção dos equipamentos do terminal em relação aos investimentos realizados.

## Premissas de desempenho

### Capacidade estática de armazenamento

Representa a capacidade de armazenamento simultânea do terminal.

## Capacidade de transbordo médio por hora

É a variável a partir da qual se realiza o cálculo da capacidade de transbordo do terminal. Representa a capacidade de transbordo médio por hora. Para esse cálculo foram consideradas as capacidades de movimentação de equipamentos como transtêineres, guindastes e pontes rolantes.

## Disponibilidade dos equipamentos de transbordo

Representa a disponibilidade média dos equipamentos para utilização. Considera-se que os equipamentos estão disponíveis para realizar o transbordo 90% do tempo total. No restante do tempo, o equipamento pode estar não operacional por quebra, manutenção preventiva, paradas rotineiras para ajuste ou limpeza 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 dias sem interrupções, inclusive finais de semana e feriados.

## Paradas técnicas

Considera-se uma reserva de 10% do tempo total de funcionamento para paradas técnicas do terminal, seja para realização de manutenções globais, para 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. Os valores obtidos mostraram-se compatíveis com os valores de movimentação observados nas visitas técnicas realizadas.

## Número de funcionários

Representa o número de funcionários que trabalham no ponto de transbordo. Uma premissa é que o número de empregados seja suficiente para o funcionamento autônomo do terminal de transbordo, significando que não se pressupõe a existência de uma matriz ou escritório central externo para que o terminal funcione. 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 mostraram-se compatíveis com os dados reais observados nas visitas técnicas realizadas.

## Granéis líquidos (GL)

Considera-se carga de granel líquido a transportada em veículos tanques sem qualquer embalagem. São exemplos de granéis líquidos: óleos minerais (petróleo/minerais betuminosos) e vegetais (óleo de soja e biocombustíveis), combustíveis (gasolina e etanol), produtos químicos etc.

As simulações foram feitas para as modalidades de transbordo abaixo discriminadas. A repetição do nome do modo de transporte significa que a operação tem o mesmo custo, tanto no sentido da movimentação de cargas da rodovia para a ferrovia como da ferrovia para a rodovia, por exemplo.

- Hidroviário – ferroviário – hidroviário;
- Hidroviário – rodoviário – hidroviário;
- Ferroviário – rodoviário – ferroviário;
- Ferroviário – Ferroviário.<sup>4</sup>

Os simuladores de transbordo de GL foram desenvolvidos segundo a lógica geral dos simuladores bottom up. 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 produção, 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 de transbordo foi importante para a calibração da produtividade dos equipamentos em cada modalidade de transbordo, permitindo a representação das diferenças reais de produtividade observadas na realidade.

Para todas as modalidades de transbordo de GL, utilizou-se uma mesma estrutura básica de simulação, sendo diversos pressupostos de custos e de produtividade comuns a vários tipos de transbordo. Por isto, a estrutura básica de simulação será apresentada e as diferenças entre as várias modalidades de transbordo serão destacadas, sempre que houver.

<sup>4</sup> Esse transbordo ocorre quando há transferência da carga de um trem para outro trem, ou de um trem para o pátio ou armazém e depois para o outro trem. Normalmente esse tipo de transbordo ocorre quando há troca de malha ferroviária, geralmente com mudança de bitola.

## Custos fixos

A estrutura básica de custos fixos dos simuladores de custos para GL segue a lógica apresentada abaixo:

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

### Salários

Corresponde ao valor que os funcionários recebem anualmente por seu trabalho, levando em consideração sua jornada de trabalho. Utiliza-se ainda a premissa de 99% de encargos sociais e de 33,3% de benefícios indiretos (auxílios para alimentação, saúde e outros benefícios indiretos). Considera-se também o recebimento de um bônus anual equivalente ao valor de um salário mensal por empregado.

### 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 com pátio por m<sup>2</sup> da área do terminal, para o prédio administrativo e para o galpão de apoio e dos gates/portarias. Além da 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 valor gasto com manutenção das instalações físicas do terminal.

## Depreciação do maquinário

Corresponde ao valor da depreciação do maquinário utilizado nos terminais. Nesse trabalho foram considerados os seguintes equipamentos:

**I. Tracionador de vagão:** foi considerada uma depreciação de 20 anos para esse equipamento;

**II. Tancagem:** foi considerado um prazo de depreciação de 20 anos para esses equipamentos.

## 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.

## Custos variáveis

A estrutura básica do simulador de custos GL, 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. Vale ressaltar que foram considerados valores médios praticados para cada tipo de transbordo conforme observações realizadas nas visitas técnicas. 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.

Os valores assumidos por modalidade foram calculados a partir da divisão dos valores gastos mensalmente com energia (obtidos em visitas técnicas) pela movimentação mensal do terminal.

## Manutenção do maquinário

Corresponde ao valor gasto com manutenção dos equipamentos do terminal.

## Premissas de desempenho

### Capacidade estática de armazenamento

Representa a capacidade de armazenamento simultânea do terminal. Nesse trabalho foi utilizada uma capacidade estática dividida em tanques de capacidade variada.

### Capacidade de transbordo médio por hora

Representa a capacidade de descarregamento médio por hora.

### Disponibilidade dos equipamentos de transbordo

Representa a disponibilidade média dos equipamentos de recepção de cargas, tais como tubulações, mangotes e instalações de tancagem. Considera-se que os equipamentos estão disponíveis para realizar o transbordo em um determinado percentual 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 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 dias sem interrupções, inclusive finais de semana e feriados.

## Paradas técnicas

Considera-se uma reserva de um percentual do tempo total de funcionamento para paradas técnicas do terminal, seja para realização 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.

## Número de funcionários

Representa o número de empregados que trabalham no ponto de transbordo. Uma premissa é que o número de empregados seja suficiente para o funcionamento autônomo do terminal de transbordo, significando que não existe uma matriz ou escritório central externo. 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 obtidos mostraram-se compatíveis com os dados reais observados nas visitas técnicas realizadas.

# 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 Programa Nacional de Logística Integrada.

Entretanto é importante que algumas ressalvas sejam feitas: para o modo ferroviário foram utilizados dados do Sistema de Acompanhamento e Fiscalização do Transporte Ferroviário (SAFF).

Apesar dessas ressalvas, os resultados obtidos para todos modais foram validados com dados de sistemas de fretes e consultas in loco, mostrando forte aderência entre os resultados obtidos com a realidade do setor de transportes.

# BIBLIOGRAFIA E DOCUMENTOS CONSULTADOS

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

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

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

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

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

ANTAQ. Estatísticas da navegação interior. Brasília. 2011.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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.

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

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

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

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

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

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

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

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

KEPLERWEBER. Armazenagem Especial. Apresentação. 2009.

KEPLERWEBER. Máquinas de Limpeza. Apresentação. 2009.

KEPLERWEBER. Secadores. Apresentação. 2010.

KEPLERWEBER. Silos. Apresentação. 2009.

KEPLERWEBER. Transportadores. Apresentação. 2010.

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.; SORENSEN, 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.

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

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

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

NORFOLK SOUTHERN. Locomotive Engineer 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 empuradores fluviais. 2007, 125f. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Escola Politécnica, USP. 2007.

REIS, M.A.S. CONSTANTE, J.M. Metodologia para o Cálculo dos Custos Logísticos Associados ao Fluxo de Mercadorias. 2011. Relação de Custos Operacionais de Equipamentos no SICFER. Disponível em < [www.antt.gov.br](http://www.antt.gov.br) >.

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

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

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

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

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

SILVA, A.B. As novas rotas para o escoamento dos produtos do agronegócio na região norte do Brasil: a nova geografia da soja. SILVA, C.A.F. A logística da hidrovia do Madeira na expansão da soja na Amazônia. GEOgraphia - Ano 7 - No 14 – 2006.

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

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

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

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

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

SOUZA, P. As minas de bauxita e a reestruturação do médio-baixo Amazonas-PA. PPGG, UFRJ, Rio de Janeiro, 2005. TEIXEIRA, V.B. Operações de transbordo de petróleo nacional na baía da Ilha Grande. 2011, 36f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Oceânica). COPPE, Universidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

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

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

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

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

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