

**UNIVERSIDADE PAULISTA - UNIP**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**HIDROVIA TIETÊ-PARANÁ: ANÁLISE DOS  
CUSTOS LOGÍSTICOS E VIABILIDADE  
ECONÔMICO OPERACIONAL**

**MOACIR DE FREITAS JUNIOR**

**SÃO PAULO**

**2017**

**UNIVERSIDADE PAULISTA - UNIP**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**HIDROVIA TIETÊ-PARANÁ: ANÁLISE DOS  
CUSTOS LOGÍSTICOS E VIABILIDADE  
ECONÔMICO OPERACIONAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista - UNIP, para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção

**Orientador:** Dr. João Gilberto Mendes dos Reis

**Área de Concentração:** Gestão de Sistemas de Operação

**Linha de Pesquisa:** Redes de Empresas e Planejamento da Produção

**Projeto de Pesquisa:** Logística nas Cadeias Agroindustriais

**MOACIR DE FREITAS JUNIOR**

**SÃO PAULO**

**2017**

Freitas Junior, Moacir.

Hidrovia Tietê-Paraná: Análise dos Custos Logísticos e Viabilidade Econômico Operacional / Moacir de Freitas Junior. - 2017.

98 f. : il. color.

Dissertação de Mestrado Apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista, São Paulo, 2016.

Área de concentração: Gestão de Sistemas de Operação.

Orientador: Prof. Dr. João Gilberto Mendes dos Reis.

1. Hidrovia, 2. Custos, 3. Infraestrutura, 4. Soja. I. Reis, João Gilberto Mendes dos (orientador). II. Título.

**MOACIR DE FREITAS JUNIOR**

**HIDROVIA TIETÊ-PARANÁ: ANÁLISE DOS  
CUSTOS LOGÍSTICOS E VIABILIDADE  
ECONÔMICO OPERACIONAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista - UNIP, para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção.

Aprovado em:\_\_\_\_\_

**Banca Examinadora:**

---

Dr. João Gilberto Mendes dos Reis  
Universidade Paulista - UNIP

---

Dr. Oduvaldo Vendrametto  
Universidade Paulista - UNIP

---

Dr. Rogério Monteiro  
FATEC - ZONA LESTE

## **DEDICATÓRIA**

À minha esposa e à minha filha pelo incentivo e pelo apoio, fundamentais para que eu pudesse concretizar mais essa etapa na minha vida profissional, mostrando o quanto é importante o sentido de família, sempre com muita união e amor.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me proporcionado a oportunidade única para desenvolver um trabalho num espaço tão qualificado, sendo ele figura constante no seu desenvolvimento, sempre presente.

Ao meu orientador Prof. Dr. João Gilberto Mendes dos Reis pelo voto de confiança, pela postura profissional e pela qualidade na orientação desse trabalho. Honrado fico de chegar a essa conquista com seu apoio e ensinamentos.

Ao estimado amigo Prof. Me. Rodrigo Carlo Toloi, pessoa solidária ao extremo com todos aqueles que em algum momento necessitaram de alguma indicação de sua parte. Serei sempre grato pela sua contribuição.

Aos Profs. Drs. Oduvaldo Vendrametto e Pedro Luiz de Oliveira Costa Neto, que juntamente com meu orientador, formam uma equipe de primeira linha na área de pesquisa em Engenharia de Produção. Pudera nosso país contar com mais profissionais desse nível.

Ao grande amigo Coordenador Prof. Me. Alex Macedo de Araújo, um educador em sua essência, pela compreensão e colaboração, também mostrando que devemos sempre vislumbrar nossas esperanças e sonhos e nunca nossos medos.

À Márcia pelo apoio administrativo no período de elaboração do trabalho.

## EPÍGRAFE

*"Com o passar do tempo deixamos "rastros ou pegadas" por onde passamos. Procure sempre deixar "pegadas"!*

*"O fato de nos reconhecerem por aquilo que fazemos de bom é mais positivo e, sempre nos encontrarão."*

O Autor

## RESUMO

O transporte de grãos entre os locais de produção e de consumo se apresentam hoje no Brasil como um dos maiores problemas em relação à competitividade agrícola brasileira. Com dimensões continentais e apresentado uma matriz de transporte voltada em mais da metade para o modal rodoviário, o país tem gastos elevados em sua utilização, tornando-se menos competitivo no mercado mundial devido aos seus custos, aparecendo como uma alternativa para redução desses valores o modal hidroviário. Tendo como modelo o transporte de soja pela Hidrovia Tietê Paraná, este estudo analisa a viabilidade econômico operacional do transporte hidroviário brasileiro apresentando suas vantagens e desvantagens, num cenário onde os problemas de infraestrutura são desafiadores. Realizou-se um comparativo do cenário brasileiro com o norte-americano e europeu, visto que o primeiro divide a liderança de produção do grão no mundo com o Brasil e não apresenta uma distorção da matriz utilizada e como o segundo, utiliza de forma mais efetiva o transporte hidroviário.

**Palavras-chave:** Hidrovia, Custos, Infra estrutura, Soja.



## ABSTRACT

The transport of grains between production and consumption sites is nowadays in Brazil as one of the biggest problems about Brazilian agricultural competitiveness. With its continental dimension and an extensive road network, the country has high expenses in the use of this modality, becoming less competitive in the world market due to its transportation costs, aggravating itself with some periods of drought that can happen. Based on soybean transport by the Tietê Paraná Waterway, this study analyses the economic viability of the Brazilian waterway transport, presenting its advantages and disadvantages, in a scenario where transportation infrastructure problems are challenging. For the common characteristics such as geographic dimensions, a comparison of the Brazilian situation with the North American was made, since the latter divides the lead of grain production in the world with Brazil and does not present a distortion of the matrix used, using Waterway transport.

**Keywords:** Waterway, Cost, Infrastructure, Soybean.

**LISTA DE ILUSTRAÇÕES**

1	Malha hidroviária europeia. Fonte: INA (2017) . . . . .	22
2	Participação do Modal Hidroviário na Europa. Fonte: EUROSTAT (2013)	22
3	Participação do Modal Hidroviário no Volume de Carga.Fonte: Central Commission for the Navigation of the Rhine & Ports - CCNR (2017) . .	23
4	Principais produtos transportados pelas hidrovias europeias. Fonte: Adaptado de INA (2015) . . . . .	23
5	Comboio na Hidrovia Tietê Paraná, empurrador ao fundo e as Chatas/- barcaças.Fonte: DHSP (2016) . . . . .	25
6	Eclusa Barra Bonita. Fonte: DHSP (2016) . . . . .	27
7	Evolução das cargas transportadas na Hidrovia Tiête-Paraná. Fonte: DHSP (2016) . . . . .	28

**LISTA DE TABELAS**

1	Gastos Logísticos no Mundo . . . . .	18
2	Transporte aquaviário de cargas em TKU . . . . .	20
3	Potência instalada por eclusa na Hidrovia Tietê-Paraná . . . . .	26
4	Barragens Hidrovia Tietê-Paraná . . . . .	27
5	Características dos custos Logísticos . . . . .	30
6	Custos do transporte hidroviário . . . . .	31
7	Artigos da Dissertação . . . . .	33

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

**AHRANA** ADMINISTRAÇÃO DA HIDROVIA DO PARANÁ

**ALL** AMÉRICA LATINA LOGÍSTICA

**ANEC** ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS EXPORTADORES DE CEREAIS

**ANTAQ** AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS

**ANTT** AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES

**CEL** CENTRO DE ESTUDOS EM LOGÍSTICA

**CESP** COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO

**CNAGA** COMPANHIA NACIONAL DE ARMAZÉNS ALFANDEGADOS

**CNT** CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTE

**CONAB** COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO

**CONAB** COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO

**COPPEAD** INSTITUTO DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO

**DH** DEPARTAMENTO HIDROVIÁRIO DO ESTADO DE SÃO PAULO

**DNIT** DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES

**ECA** EUROPEAN COUR OF AUDITORS

**EMBRAPA** EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA

**EPL** EMPRESA DE PLANEJAMENTO E LOGÍSTICA

**FAO** FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION

**GEE** GASES DE EFEITO ESTUFA

**ILOS** INSTITUTO DE LOGÍSTICA E SUPPLY CHAIN

**IMEA** INSTITUTO MATO-GROSSENSE DE ECONOMIA AGROPECUÁRIA

**INA** INLAND NAVIGATION EUROPE

**MAPA** MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO

**MDIC** MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR

**MT** MATO GROSSO

**NAIADE** NAVIGATION AND INLAND WATERWAY ACTION AND DEVELOPMENT IN EUROPE

**PAC** PROGRAMA DE ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO

**PHE** PLANO HIDROVIÁRIO ESTRATÉGICO

**PIL** PROGRAMA DE INVESTIMENTOS EM LOGÍSTICA

**PNLT** PLANO NACIONAL DE LOGÍSTICA E TRANSPORTE

**SEMARH** SECRETARIA DE ESTADO E MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS HÍDRICOS

**SEPLAN** SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO DO ESTADO DE GOIÁS

**TKU** TONELADA KILOMETRO ÚTIL

**UE** UNIÃO EUROPÉIA

**USDA** UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE

**WRDA** WATER RESOURCES DEVELOPMENT ACT

**WWINN** WORLD WIDE INLAND NAVIGATION NETWORK

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>vii</b>
<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b>	<b>ix</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS</b>	<b>x</b>
<b>1 Introdução</b>	<b>14</b>
1.1 Objetivos . . . . .	15
1.1.1 Objetivo Geral . . . . .	15
1.1.2 Objetivos Específicos . . . . .	15
<b>2 Revisão da Literatura</b>	<b>17</b>
2.1 Logística Empresarial . . . . .	17
2.2 Transporte Aquaviário . . . . .	18
2.2.1 Transporte Marítimo versus Transporte Hidroviário . . . . .	19
2.2.2 Vantagens e Desvantagens do Transporte Hidroviário . . . . .	20
2.3 Hidrovias Europeias . . . . .	21
2.3.1 A Hidrovia Tietê-Paraná . . . . .	24
2.4 Características Operacionais da Hidrovia . . . . .	26
2.5 Custos . . . . .	28
2.5.1 Custos de Transporte Hidroviário . . . . .	29
<b>3 Metodologia</b>	<b>32</b>
3.1 Método Aplicado . . . . .	33
<b>4 Artigos</b>	<b>35</b>
4.1 Resultados (1º. Artigo) . . . . .	35
4.2 Resultados (2º. Artigo) . . . . .	44
4.3 Resultados (3º. Artigo) . . . . .	57
4.4 Resultados (4º. Artigo) . . . . .	73
<b>5 Conclusões</b>	<b>90</b>

# 1 Introdução

O Brasil conta com um extenso litoral e um grande número de rios navegáveis em seu interior. A extensão litorânea do país ultrapassa os sete mil quilômetros e são cerca de 63.000 km de vias aquaviárias. Desse total, segundo o Ministério dos Transportes - MT (2011) e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2016) entre 40.000 e 50.000 km são rios, lagos e lagoas podendo ser considerados potencialmente navegáveis. Entretanto, apesar de todo esse potencial, não se utiliza a navegação hidroviária de forma plena para movimentação de cargas sua participação é menor que 15% (MT, 2011).

De acordo com o Relatório das Hidrovias Brasileiras produzido pela Agência Nacional de Transporte Aquaviárias – ANTAQ (2008), pouco mais de 13.646 km são utilizados para navegação.

Embora os rios brasileiros sejam fortemente caudalosos e colocados como uma alternativa para a redução de custos de transportes, determinados pontos possuem muitos desníveis e nem sempre são navegáveis (Chaves, 2002) impactando diretamente na disponibilidade de operação.

Apesar desses problemas o transporte hidroviário surge como um importante sistema para o transporte de cargas de altos volumes como as *commodities*. A Hidrovia Tietê-Paraná, por exemplo, objeto deste estudo, com cerca de 1,5 milhão de km<sup>2</sup>, interligando nos seus 1.653 km de vias fluviais, cinco estados brasileiros – Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Paraná e São Paulo (ANTAQ, 2010), exerce forte influência e impacto no transporte de cargas brasileiros, pois abrange todos os aspectos geográficos, territorial, dimensional em expansão e financeiro ou econômico.

A Hidrovia Tietê-Paraná é materializada como um sistema de transporte multimodal, ou seja, está ligada às malhas ferroviárias e rodoviárias, envolvendo os estados de São Paulo, Paraná, Mato Grosso do Sul, Goiás e Minas Gerais. No rio Tietê, o sistema hidroviário é administrado pelo Departamento Hidroviário (DH) da Secretaria dos Transportes do Estado de São Paulo; e, no Rio Paraná, pela Administração da Hidrovia do Paraná (AHRANA), vinculada ao Ministério dos Transportes (ANTAQ, 2008).

O Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT (2006) apresenta essa hidrovia como um Corredor Transmetropolitano do Mercosul e do Sudeste, assim como as regiões vizinhas ao estirão de 1.100 km entre Conchas (SP), no rio Tietê e São Simão (GO), no rio Paranaíba têm influência e direciona até Itaipu (PR) pelo Rio Paraná, somando 2.400 km de vias para navegação. Nesse trajeto transportam-se mais de 5 milhões de toneladas/ano, em distâncias que variam de 15 km (pedra) a 759 km (soja), sendo 1 milhão de toneladas de cargas em média e de

longa distância (soja, farelo de soja, óleos comestíveis, cana, milho, trigo, fertilizantes e calcário agrícola) (Bigaran & Tizato, 2009).

Com a produção de grãos brasileira se deslocando para o interior do Brasil e distanciando-se cada vez mais dos centros consumidores e dos portos, aumenta a necessidade para transportes de grande capacidade. Assim, a Hidrovia Tietê-Paraná surge como uma excelente opção proporcionando um modo alternativo de transporte de grãos.

O presente estudo busca analisar a viabilidade do uso do transporte hidroviário para o transporte de grãos, utilizando como referência a Hidrovia Tietê-Paraná. Para isso foram realizados quatro estudos divididos em artigos que visam responder os objetivos desta pesquisa.

Os artigos são apresentados no formato em que foram publicados e ou submetidos, e a dissertação utiliza formatação baseada em modelo da Universidade Paulista em Latex2e que adapta a Norma da ABNT para o sistema. Entretanto, as citações e referências bibliográficas gerais do trabalho segue o modelo da Editora Elsevier, padrão internacional para artigos científicos, estabelecido com base em normas internacionais. O modelo de tese e dissertações está disponível em <https://www.overleaf.com/latex/templates/modelo-tese-engenharia-de-producao-unip/bvggpxrfpgzb> e no qual mais informações podem ser consultadas em Abraham (2016).

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

Este estudo analisa a viabilidade econômico operacional do transporte hidroviário brasileiro, tendo como estudo de caso a Hidrovia Tietê-Paraná no contexto da movimentação de grãos.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

Como objetivos específicos este trabalho pretende:

1. Simular os custos operacionais de transporte via hidrovia em comparação ao transporte rododiferroviário, levando em conta o pequeno trecho disponível no modal hidroviário na região foco do estudo;
2. Analisar os efeitos da estiagem nos custos de operação da hidrovia, quando a operação é transferida para o modal rodoviário num longo período de tempo que, mesmo ocasional, reflete em aumento de custos;



3. Comparar a utilização efetiva do modal hidroviário entre o Brasil e os Estados Unidos, mostrando em detalhes a estrutura que cada país tem disponibilizado, e
4. Estudar a reativação do Terminal Hidroviário de Conchas-SP que possibilitaria um efetivo aumento no volume transportado pela hidrovia.

## 2 Revisão da Literatura

### 2.1 Logística Empresarial

A Logística Empresarial é responsável pelo planejamento e movimentação de mercadorias em todas as etapas da cadeia de abastecimento, desde a previsão da demanda até a efetiva distribuição com a entrega dos produtos ou serviços aos clientes finais.

Os primeiros a utilizá-la de forma plena foram os europeus e principalmente os norte-americanos na segunda metade do século XX, no pós segunda guerra mundial. No Brasil somente começou a ser difundida à partir do final da década de 1980 com a chegada de grandes operadores logísticos, como por exemplo McLane, Penske, DHL, etc. (Freitas et al., 2015). Os operadores logísticos são empresas que atuam no fluxo de produtos e serviços, desde o início do processo até o seu final, utilizando tecnologia física e de informação, possuindo larga experiência e capacidade para conduzi-rem o processo logístico como um todo.

A Logística movimenta no Brasil cerca de R\$ 344 bilhões ao ano e as empresas têm em média dispendido 8,3% do valor de seu faturamento para cobrir os gastos com essa área, sendo que 91% das empresas brasileiras a enxergam como um instrumento de vantagem competitiva (CEL/COOPEAD, 2009).

Para o Instituto de Logística e Supply Chain - ILOS (2009) em pesquisa do mesmo ano, esse valor seria menor, mas mesmo assim impactante. Segundo o instituto os custos logísticos têm alcançado valores significativos em todo o mundo. Em 2009, consumiu-se mais de US\$ 6,6 trilhões no ano com a área de logística, ou seja, 11,4% do PIB mundial.

Nos Estados Unidos, em 2010, cerca de 7,7% do seu PIB foi gasto com custos logísticos, aproximadamente 1,12 trilhão de dólares. Do PIB europeu, cerca 10% ou US\$ 1,6 trilhão foram gastos com logística no ano de 2009. Enquanto que no Brasil, os gastos logísticos chegaram aos US\$ 237 bilhões, cerca de 10,6% do PIB brasileiro. A Tabela 1 mostra os gastos logísticos de diversas regiões globais em relação à participação percentual do PIB.

A precária infraestrutura e a burocracia excessiva nos procedimentos repercutem diretamente nos custos logísticos afetando sobremaneira a lucratividade das empresas brasileiras.

Tabela 1: Gastos Logísticos no Mundo

<b>Regiões</b>	<b>PIB</b>	<b>Custo Logístico</b>	<b>Custo Log./PIB</b>
Europa	16.180	1.592	9,84%
Ásia	14.273	1.779	12,46%
América do Norte	16.782	1.641	9,78%
América do Sul	2.798	394	14,08%
América Central	137	21	15,33%
Austrália	931	98	10,53%
Demais Países	6.970	1.100	15,78%
Totais	58.071	6.625	11,41%

\*em bilhões

Fonte: ILOS (2009)

## 2.2 Transporte Aquaviário

O transporte é a forma que as organizações se utilizam para movimentar seus produtos de determinada etapa da cadeia de suprimentos para a outra (Ballou, 2007; Chopra & Meindl, 2011) e divide-se em diferentes tipos de modais: aquaviário, aéreo, rodoviário, ferroviário e dutoviário e estes podem ser combinados entre si tornando o serviço mais flexível e auxiliando na redução dos custos associados. Segundo Ballou (2007) o custo do transporte é responsável por cerca de 60% de todo o custo logístico. Esse impacto exige que as organizações e as cadeias de suprimentos busquem utilizar sistemas de transporte adequados ao tipo de produto que comercializam.

Neste contexto, entre os diversos modais, o transporte aquaviário se apresenta como um dos sistemas de transporte especializado em cargas de altos volumes e diferentes tamanhos, como é caso dos graneis. Além disso, tem sido utilizado para o transporte de cargas gerais, sendo o principal sistema de transporte para as trocas de mercadorias entre os diversos países do globo ao longo dos últimos séculos.

No entanto sua história é muito mais antiga. Desde os primórdios, o homem já utilizava pequenas embarcações marítimas ou fluviais para se movimentar de um lugar para o outro. De acordo com Vieira (2013) o modal surgiu a partir das necessidades de sobrevivência do homem primitivo que utilizava a navegação para se deslocar e conseguir alimentos através da pesca.

Ademais, na história da humanidade encontram-se vestígios da utilização de embarcações primitivas no período paleolítico (fase da pedra lascada, até 10.000 a.C.) e no período neolítico (cerca de 7.000 a 2.000 a.C.). No Egito e na Mesopotâmia, por exemplo, há indícios de que em aproximadamente 3.000 a.C., havia redes de canais vinculadas a vias terrestres (Kerdna, 2016).

Fatores importantes para o desenvolvimento do transporte aquaviário foram a invenção de instrumentos de auxílio náutico e das escolas de navegação que facilita-

ram as navegações e impulsionaram o aumento do tamanho das embarcações. Isso teve papel fundamental nas grandes navegações do séculos XV e XVI, ocorrendo a descoberta de lugares, até então desconhecidas de navegações, como por exemplo, a abertura do caminho para as Índias (Kerdna, 2016).

As embarcações evoluíram e substituíram o casco de madeira pelo casco de aço que oferecia melhor resistência. Além disso, entre 1835 a 1845 a mecanização nas embarcações com a utilização de hélices e de turbinas a vapor aperfeiçoaram o modal e melhoram o deslocamento (Vieira, 2013).

No século XX foi feita a divisão dos três grandes grupos de cargas para facilitar a classificação: graneis; líquidos; graneis sólidos e carga geral (Keedi, 2010), impulsionando assim o desenvolvimento de embarcações especializadas como os navios tanque e graneleiros. Por fim, ainda no século XX surgem também sistemas mais precisos de navegação tais como posicionamento geográfico por satélite e radares (Vieira, 2013).

O transporte aquaviário no Brasil é um modal importante para indústria e a logística, porém ainda não tem todo o seu potencial devidamente utilizado. Sua importância está diretamente ligada à intermodalidade, à geração de novos empregos, ao aumento na movimentação de cargas no país e ao fortalecimento do setor de logística no mercado nacional. Apesar de todas as dificuldades com infraestrutura e investimentos que enfrenta ainda assim, o sistema modal marítimo é o mais atraente, pois o setor movimenta mais de 350 milhões de toneladas ao ano, sendo 17,6% disso, atendido pelo transporte hidroviário (Ceccato, 2013).

### **2.2.1 Transporte Marítimo versus Transporte Hidroviário**

O modal aquaviário pode ser dividido em dois sistemas relacionados, o transporte marítimo e o hidroviário, objeto de estudo desta dissertação. O marítimo é o mais utilizado como forma de comercialização entre países, e o hidroviário para o deslocamento de cargas rumo aos portos litorâneos.

O transporte marítimo representa aquele realizado por navios por oceanos e mares, podendo ser utilizado para todos os tipos de cargas para qualquer parte do globo. É o único meio que possibilita a remessa de milhares de toneladas de qualquer produto de uma só vez. É utilizado como via de passagem para os mares abertos, para o transporte de mercadorias e de passageiros. Os navios também são utilizados para efeitos militares tanto para formação, invasão, envio de armamento, de produtos e alimentos (CNT, 2006).

O modal hidroviário tem crescido progressivamente. Como definição, este é considerado aquele realizado em rios e lagos em uma via com infraestrutura de navegação, como portos, balizamentos, estaleiros, dragagem, etc. (Keedi, 2010). No ano

de 2013, mais de 80 milhões de toneladas de cargas foram movimentadas nas hidrovias brasileiras. Considerando-se a navegação interior foram 28,5 milhões de toneladas. O resultado da quantidade transportada pelas vias navegáveis resultou em 64 bilhões de TKU, um crescimento de 4,3% em relação ao ano anterior (Ceccato, 2013). A Tabela 2 mostra a divisão dessa distribuição classificando por tipo de navegação.

Tabela 2: Transporte aquaviário de cargas em TKU

Tipo de Navegação	TKU*					
	2010	%	2011	%	2012	%
Cabotagem em vias interiores	24,65	42,6%	23,93	39,3%	24,99	40,5%
Longo Curso em vias interiores	18,05	31,2%	20,62	33,9%	20,13	32,6%
Navegação Interior	15,18	26,2%	16,34	26,8%	16,57	26,9%
Estadual	2,29	4,0%	2,3	3,8%	2,22	3,6%
Interestadual	10,65	18,4%	10,88	16,9%	11,84	19,2%
Internacional	2,24	3,9%	3,16	5,2%	2,51	4,1%
Total Geral	57,88	100%	60,89	100%	61,68	100%

\*em bilhões

Fonte: ANTAQ (2013)

### 2.2.2 Vantagens e Desvantagens do Transporte Hidroviário

O transporte hidroviário apresenta diversas vantagens. De acordo com a ANTAQ (2009), as vantagens das hidrovias podem ser classificadas como:

- Permite deslocar cargas de maior tamanho e em maior quantidade, volume, com menores custos associados em comparação com o transporte aéreo ou terrestre para deslocamentos regionais ou intercontinentais;
- O transporte com menos poluentes por tonelada de mercadoria transportada;
- Transporta qualquer tipo de carga.

Entretanto, ainda segundo a ANTAQ algumas desvantagens podem ser observadas, tais como:

- Pouca flexibilidade da carga;
- Baixa velocidade;
- Necessidade de os produtos transitarem nos portos/alfândega implica no maior tempo de descarga;

- Distância dos portos ao centro de produção;
- Na segurança, o transporte hidroviário ganha somente do dutoviário;
- Disponibilidade limitada.

## **2.3 Hidrovias Europeias**

A malha hidroviária europeia possui cerca de 37 mil quilômetros de vias navegáveis, das quais seis mil quilômetros estão localizadas apenas nos Países Baixos. Sua rede possui mais de 230 portos fluviais e 40 portos marítimos (EUROSTAT, 2013).

Além disso, 20 dos 27 países membros têm vias navegáveis. A frota é composta por 11.500 embarcações e suas operações estão ligadas a 7.500 empresas ligadas à navegação interior com 30.500 pessoas empregadas (EUROSTAT, 2013).

Em 2014, de acordo com A Inland Navigation Europe - INA (2015) as hidrovias no continente transportaram 552 milhões de toneladas de carga, sendo Holanda, Alemanha e Bélgica responsáveis por cerca de 80% dessa carga.

A Hidrovia Reno-Danúbio, segundo dados da European Court of Auditors - ECA (2015) é a principal hidrovia da Europa com 14.630 km faz a integração do Mar do Norte ao Mar Negro passando por oito países europeus. Quando se analisa em números 80% da carga transportada por hidrovias europeias navega pelo Rio Reno. A Figura 1 apresenta a malha hidroviária europeia.

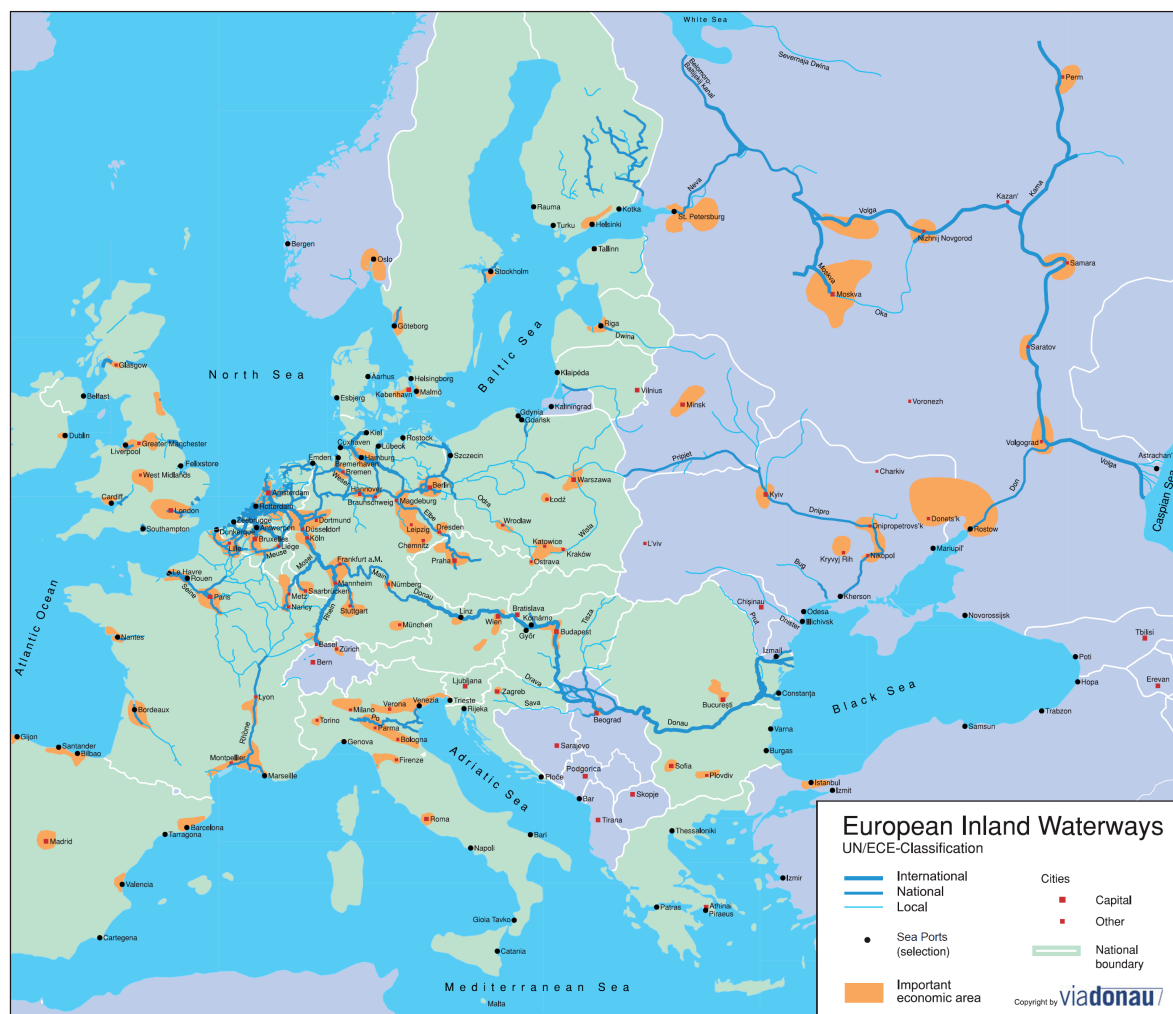


Figura 1: Malha hidroviária europeia. Fonte: INA (2017)

Estas hidroviias espalhadas pelo continente apresentam cerca de 7% da movimentação de carga no continente entre 2009 e 2014, como pode ser visto na Figura 2.

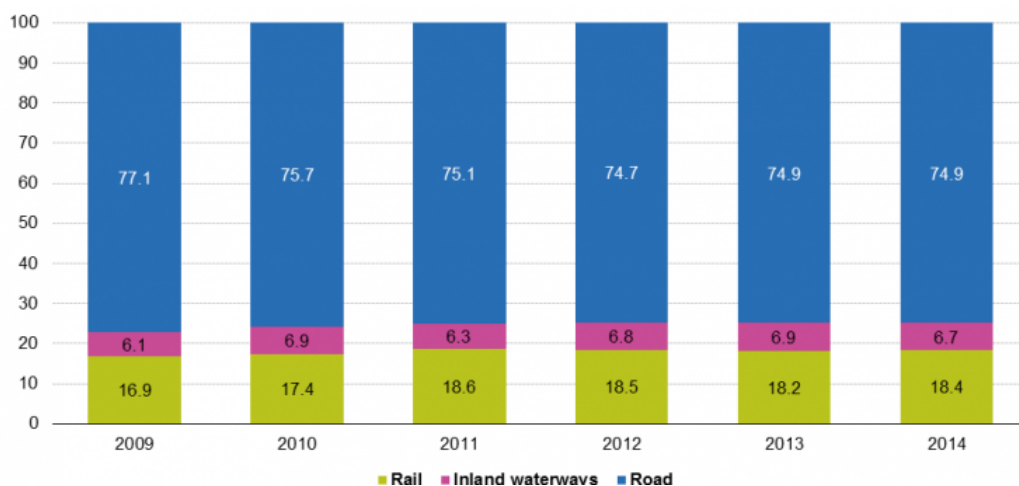


Figura 2: Participação do Modal Hidroviário na Europa. Fonte: EUROSTAT (2013)

O principal porto europeu a movimentar cargas pelas hidrovias é o de Rotterdam com uma participação de 45,5% do volume total de cargas, ou seja, 183 milhões de toneladas. A Figura 3 mostra essa distribuição pelos principais portos no ano de 2012.

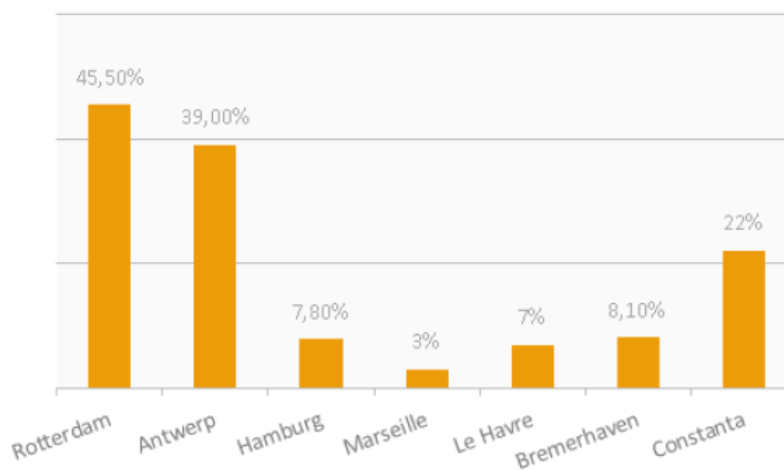


Figura 3: Participação do Modal Hidroviário no Volume de Carga. Fonte: Central Commission for the Navigation of the Rhine & Ports - CCNR (2017)

Com relação aos produtos transportados os que têm maior representação em volume de cargas são carvão, minério de ferro, petróleo e grãos representando cerca de 54% mercado (INA, 2015). A Figura 4 apresenta os principais produtos transportados.

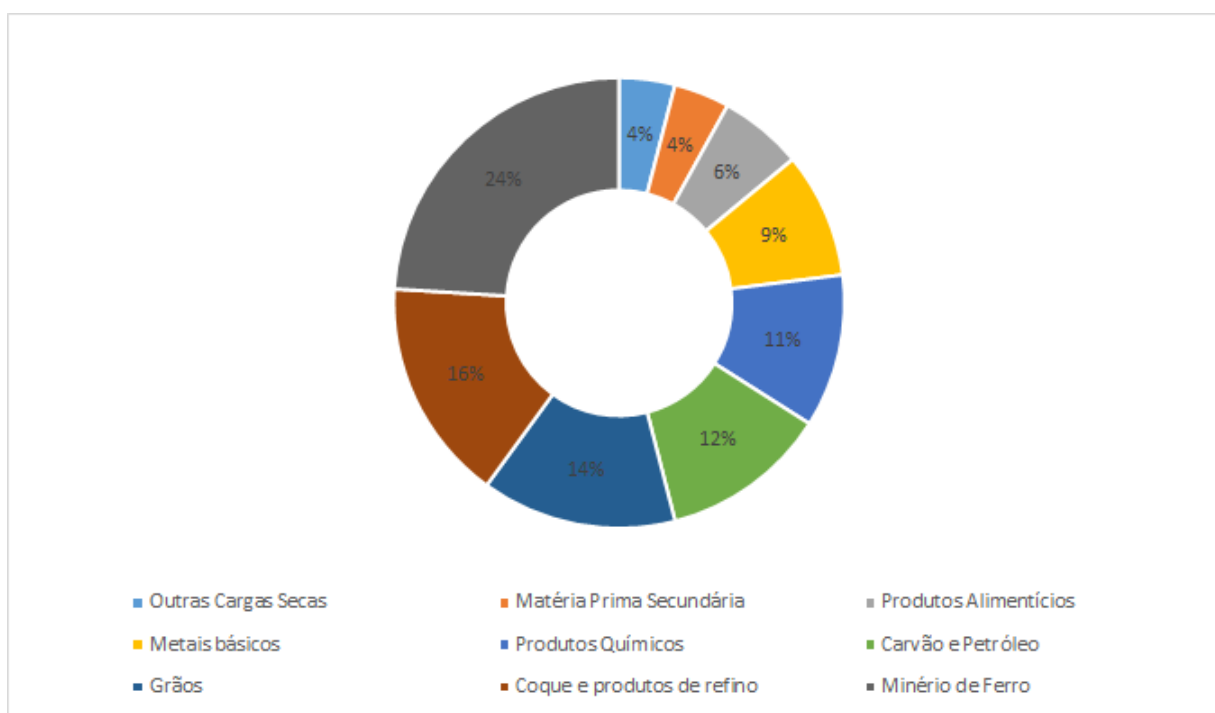


Figura 4: Principais produtos transportados pelas hidrovias europeias. Fonte: Adaptado de INA (2015)



Atualmente a União Europeia tem procurado transferir o tráfego das estradas para modos de transporte mais ecológicos, sendo o transporte hidroviário uma opção interessante pelo potencial de redução de custos, redução da poluição e aumento da segurança (ECA, 2015).

Uma das ações desenvolvidas para isso esse fim é o programa NAIADES, adotado em 2006, que pontuou 30 ações destinadas a promover a navegação interior entre elas: gerar emprego a cerca de dez milhões de pessoas; acabar com as barreiras residuais; eliminar incompatibilidades técnicas e processos administrativos dispendiosos que limitam a criação de um sistema de transportes integrado em sua totalidade; estabelecer ligações eficientes entre as redes de transportes de todas as regiões da UE; adequando o nível de sua infraestrutura; e baixar o consumo de combustíveis fósseis (European Comission, 2017).

Em 2013 entrou a fase II do programa que visa promover a navegação interior através de (i) nova infraestrutura, principalmente ligadas a canais de ligação que é o principal gargalo das hidrovias no continente; (ii) inovação; (iii) facilitação do funcionamento do mercado, (iii) qualidade ambiental, promovendo baixas emissões de poluentes; (iv) qualificação da mão de obra e do trabalho; (v) integração das hidrovias em uma cadeia logística multimodal (ECA, 2015).

### **2.3.1 A Hidrovia Tietê-Paraná**

A Hidrovia Tietê-Paraná tem a extensão de 2.400 km, dez grandes barragens, dez eclusas, 23 pontes, 30 intermodais privados e 19 estaleiros que produzem todas as embarcações utilizadas na via. Pela sua extensão permite a navegação de comboios de até 147 m de comprimento, 11 de largura e 2,80 de profundidade, conforme mostrado na Figura 5 (DHSP, 2016).

Com cerca de 1,5 milhão de km<sup>2</sup>, interligando nos seus 1.653 km de vias fluviais, cinco estados brasileiros – Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Paraná e São Paulo (ANTAQ, 2010), exerce forte influência e impacto no transporte de cargas brasileiros, pois abrange todos os aspectos geográficos, territorial, dimensional em expansão e financeiro ou econômico.

O ponto forte de atuação da Hidrovia Tietê-Paraná é o transporte de *commodities* e é formada pelos rios Tietê, Paraná, Piracicaba e Rio Grande que, através da intermodalidade, compõem uma complexa rede de transporte gerando conexões e fluxos inter-regionais contribuindo assim com o desenvolvimento local e regional, assegurando a fluidez, mobilidade e acessibilidade nos territórios, desenvolvendo a produção agropecuária e industrial (Felipe Junior & Silveira, 2009).

Pela demarcação geográfica e de extensão, a nascente do rio Tietê está localizada na cidade de Salesópolis. O rio Tietê divide o estado de São Paulo ao meio com

aproximadamente 1.100 km de extensão, a partir da Serra do Mar até o rio Paraná, na divisa com Mato Grosso do Sul. O rio Paraná, por sua vez, com 2.960 km (parte deles, 1.300 km na Argentina, 780 km em território brasileiro e 880 km lindeiro entre o Paraguai e Argentina ou Brasil), nasce entre São Paulo, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul, na confluência dos rios Grande e Paranaíba. A junção desses dois rios e de sua capacidade de navegação, deu origem à Hidrovia Tietê-Paraná, com a criação da infraestrutura para aproveitamento hidroelétricos em eclusas, nos rios Paraná e Tietê (ANTAQ, 2010).

Integrada aos demais modais de transporte possibilita a movimentação de cargas, como no caso da soja da região de Goiás para o Porto de Santos/SP. A soja navega 640 km até o Porto de Pederneiras/SP e, transferida para modal ferroviário, percorre 496 km até Santos. Em volume pleno, considerando que em alguns períodos raros de estiagem pode ter sua operação paralisada, transporta anualmente cerca de 6 milhões de toneladas de cargas produzidas e distribuídas pelos estados de São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul e Paraná, além dos países do Mercosul (DHSP, 2016). A Figura 5 apresenta uma barcaça operando na hidrovia.



Figura 5: Comboio na Hidrovia Tietê Paraná, empurrador ao fundo e as Chatas/barcaças. Fonte: DHSP (2016)

Além de operar no transporte a Hidrovia Tietê-Paraná tem papel importante na geração de energia. Essa geração é administrada pela AES Tietê e a potência instalada para cada usina é mostrada na Tabela 3:

Tabela 3: Potência instalada por eclusa na Hidrovia Tietê-Paraná

USINA	OPERAÇÃO	POTÊNCIA MW*
BARRA BONITA	1963	141
IBITINGA	1969	132
PROMISSÃO	1975	264
NOVA AVANHANDAVA	1982	347
BARIRI	1965	143
CACONDE	1966	80
EUCLIDES DA CUNHA	1960	109
MOGI-GUAÇU**	1999	7
LIMOEIRO	1958	32
SÃO JOSÉ**	2012	4
SÃO JOAQUIM**	2011	3
ÁGUA VERMELHA	1978	1.396

\*um megawatt consegue abastecer energia para cerca de mil residências

\*\*consideradas pequenas barragens

Fonte: DHSP (2016)

## 2.4 Características Operacionais da Hidrovia

Desde as décadas de 1940 a 1950, a utilização dos Rios Tietê e Paraná para navegação já vinha sendo estudada. O engenheiro Catullo Branco liderou um grupo que fez os primeiros estudos e pesquisas para a exploração múltipla dos dois rios. Em 1967 firmou-se um convênio entre os Governos Federal e do Estado de São Paulo para fornecer infraestrutura adequada que viabilizasse o transporte de cargas e pessoas nos tramos Tietê e Paraná. Criou-se assim a CENAT-Comissão Executiva de Navegação nos Rios Tietê e Paraná e em 1974, através de um novo convênio que envolveu a CESP - Companhia da navegação de longo curso. Foram construídas no rio Tietê as eclusas de Barra Bonita-SP, Bariri-SP, Ibitinga-SP, Avanhadava-SP, Três Irmãos-SP e Promissão-SP e no Rio Paraná as eclusas de Jupia e Porto Primavera. A Figura 6 mostra a eclusa de Barra Bonita e a Tabela 4 lista as barragens presentes na hidrovia.



Figura 6: Eclusa Barra Bonita. Fonte: DHSP (2016)

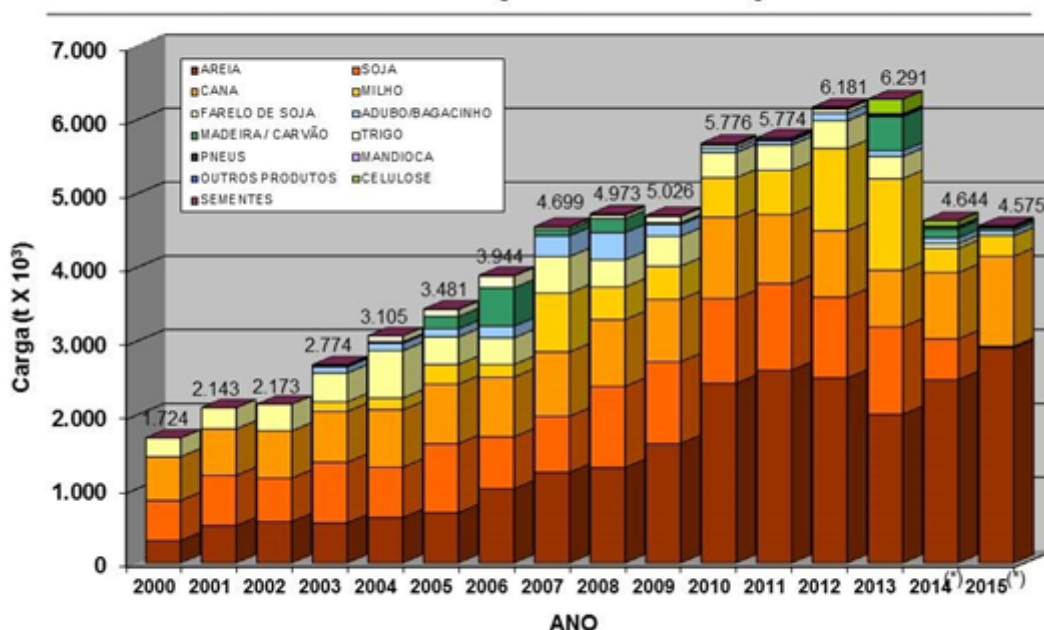
Tabela 4: Barragens Hidrovia Tiête-Paraná

Rio	Barragens	Fiscalizador	Câmaras	Comprimento útil (m)	Largura útil (m)	Desnível máximo (m)	Inauguração
<b>Tietê</b>	Barra Bonita	AES-Tietê	DH	142	12	25	1973
	Bariri	AES-Tietê	DH	142	12	24	1968
	Ibitinga	AES-Tietê	DH	142	12	23	1986
	Promissão	AES-Tietê	DH	142	12	27	1986
	N.Avanhandava	AES-Tietê	DH	142	12	32,6	1991
<b>Paraná</b>	Três Irmãos	TIJOA	DH	142	12	49	1994
	Ilha Solteira	CTG	AHRANA	sem eclusa			
	Jupia	CTG	AHRANA	1	210	23	1998
	Porto Primavera	CESP	AHRANA	1	210	23	1999
	Itaipu	Itaipu	AHRANA	sem eclusa			

Fonte: DHSP (2016)

A soja, o farelo de soja, o milho e a cana de açúcar são os principais produtos transportados pela Hidrovia Tietê-Paraná. As cargas são originadas principalmente de São Simão (GO), no rio Paranaíba, Três Lagoas (MS) e Terminais do Paraguai, no rio Paraná e são destinadas aos terminais de Presidente Epitácio e Panorama no rio Paraná, Anhembí, Pederneiras e Santa Maria da Serra nos rios Tietê e Piracicaba. O crescimento nos volumes anuais de cargas transportadas nos últimos 12 anos quadruplicou sua movimentação com destaque para o milho que saltou de 173 mil toneladas em 2007 para 801 mil toneladas em 2015 DHSP (2016). A Figura 7 apresenta o volume de cargas movimentado.

### Evolução das Cargas Transportadas na Hidrovia Tietê-Paraná (mil toneladas)



(\*) A partir do mês de maio de 2014 e durante todo o ano de 2015 parte da Hidrovia ficou interrompida para o transporte de longo curso, devido ao baixo nível do reservatório de Três Irmãos.

Figura 7: Evolução das cargas transportadas na Hidrovia Tietê-Paraná. Fonte: DHSP (2016)

## 2.5 Custos

O funcionamento das operações produtivas estão relacionadas a três tipos de encargos: custos, despesas e gastos. Custos referem-se a todos os gastos relacionados diretamente com a produção de bens ou serviços. Despesas, por sua vez, são consideradas como todas as atividades necessárias para que as operações sejam desenvolvidas, não estando ligadas diretamente a essas. Por fim, o gasto é genérico podendo se transformar em custo ou despesa, dependendo de sua aplicação (Freitas et al., 2015). Como exemplo, numa operação logística, os gastos relativos ao consumo de combustíveis e o salário dos motoristas e ajudantes são considerados custos. Já as despesas com material de expediente e o salário do pessoal administrativo são despesas e, somando-se os valores chega-se ao custo total do transporte.

Na visão de Feminick (2005) os custos referem-se a todos os gastos relacionados diretamente com a produção de bens ou serviços. São todos os recursos financeiros relativos à aquisição de bens materiais e imateriais, atividades e serviços consumidos pelas empresas, necessários à produção de bens e serviços. Também todas as despesas ligadas à manutenção de instalações e equipamentos fundamentais para o desempenho das funções administrativas.

Dentro do ambiente da Logística, esta trabalha estabelecendo políticas que

busquem o melhor nível de serviço oferecido. Assim, os custos logísticos são aqueles que envolvem todos os desembolsos ocorridos na cadeia de suprimentos de um bem ou serviço, desde a sua concepção até a entrega ao cliente final.

Os custos logísticos totais incluem:

- armazenagem e movimentação;
- transporte;
- embalagem;
- manutenção de inventário;
- tecnologia da informação;
- formação de lotes para produção;
- tributação;
- nível de serviço; e
- administração.

### **2.5.1 Custos de Transporte Hidroviário**

Para definir o custo de transporte de cargas hidroviário é necessário examinar a condição geográfica do deslocamento. Essa condição geográfica é mensurada nas literaturas como: fluvial para o interior, tais como rios e canais; lagos; oceanos litorâneos e inter-litorâneos (Faria & Garneiro, 2010).

Além disso, esses custos sofrem influência do tipo de produto transportado que são classificados como semi-acabados ou matérias-primas a granel, tais como: minérios, grãos, produtos de polpa de madeira, carvão, calcário e petróleo e etc. Geralmente o custo de transporte é calculado pelo peso e a distância.

Nessa modalidade, os custos são fixos e têm variação baixa. Em relação a essa modalidade de custo fixo e variação baixa, Faria & Garneiro (2010) afirmam que os custos fixos são considerados como médios, em relação aos outros modais porque estão relacionados aos transportes de cargas por rios por embarcações, navios e equipamentos, quanto a mão-de-obra, manuseio e movimentação das cargas, depreciação e manutenção dos equipamentos e de instalações de terminais, seguros e custos de oportunidade sobre o capital de investimentos.

De modo geral, o custo logístico do transporte é definido como sendo o trecho executado por um modal a partir de sua origem e/ou ponto de transferência (Freitas et al., 2015). Sua apuração leva em conta as várias etapas ou fases em que devem ser calculados e inseridos no processo.

No transporte hidroviário os custos são divididos em três partes: custos fixos, que são aqueles desembolsados para manter o funcionamento das embarcações; os custos de capital que busca a atualização monetária no sentido de, em momento oportuno, também efetuar a renovação da frota; e os custos administrativos, representados pelas despesas que dão suporte à operação. A Tabela 5 apresenta as características dos custos conforme sua classificação.

Tabela 5: Características dos custos Logísticos

<b>CUSTOS HIDROVIÁRIOS</b>	<b>CARACTERÍSTICAS</b>	<b>EXEMPLO</b>
FIXOS	Não sofrem alterações independente do volume movimentado	Salário da tripulação
VARIÁVEIS	Variam de acordo com o volume movimentado	Combustível
ADMINISTRATIVOS	Necessários para o suporte ao processo	Material de expediente

Fonte: Elaborado pelo autor

Além desses, têm-se os custos que passam despercebidos, não visíveis aos gestores, que são chamados de custos ocultos causando resultados negativos nas empresas, surgindo através da falta de controle. Como exemplo: a superprodução criando um estoque desnecessário; a correção de erros de carregamentos, exigindo retrabalhos com uma nova conferência e carregamento gerando maior tempo para liberação de cargas; as restrições ao tráfego de veículos de carga; as transferências internas; a burocracia excessiva; a não utilização efetiva de recursos de TI; erros na classificação da operação fiscal e tributária; a manutenção inadequada dos equipamentos, etc.

Estes desperdícios aumentam o custo total e não agregam valor ao produto, prejudicando o nível de serviço oferecido pelos transportadores. Savall et al. (2008), apontam que essas disfunções podem ser classificadas em categorias tais como: falta de produtividade, índices baixos de qualidade, etc.

Na formação do custo do transporte hidroviário, dificuldade maior está concentrada na utilização de terminologias comuns e uso geral ligadas à estrutura de custos bem como pouco material bibliográfico à disposição.

Assim com a SUNAMAM – Superintendência Nacional de Marinha Mercante, Garcia (2001) apresentou uma estrutura onde os custos eram compostos por três partes, sendo eles, os custos de capital, os fixos e variáveis porém, incluindo o custo de uso da via e de portos e terminais. Os custos no transporte hidroviário são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6: Custos do transporte hidroviário

TIPO DE CUSTO	SIGNIFICADO
CAPITAL	é o valor da série uniforme de pagamentos, no tempo de vida útil da embarcação, representadas pelas despesas com o estaleiro, amortização e juros de financiamento, taxas e outros
TRIPULAÇÃO	composta pelos salários, encargos, suprimentos e treinamentos
MANUTENÇÃO E VISTORIA	aquelas despesas necessárias à manutenção e vistorias exigidas pela Marinha, giram em torno de 4% do valor da embarcação
MATERIAIS E LUBRIFICANTES	são os óleos e lubrificantes consumidos em convés e máquinas e hoje está estimado em 0,0272 US\$/hp x dias operação
SEGUROS	é o seguro da embarcação que somado ao seguro obrigatório de danos pessoais (DPEM), totaliza 2,1% do valor da embarcação
ADMINISTRAÇÃO	são os custos da própria empresa de navegação ou o pagamento de serviços a terceiros, mantém a estrutura de apoio administrativo e gerencial, situa-se a 20% do custo operacional fixo
COMBUSTÍVEL	ligado ao preço do óleo diesel variando conforme as características da embarcação, velocidade, potência e tempo de operação dos motores
ÓLEO LUBRIFICANTE	relacionado aos custos de combustíveis numa proporção próxima de 5%
ALIMENTAÇÃO	refere-se ao "rancho" da tripulação com base no número de tripulantes e ano operacional da embarcação

Fonte: Garcia (2001)



### 3 Metodologia

Para realização desta pesquisa, foram analisados os custos logísticos e operacionais da Hidrovia-Tietê Paraná. Aplicou-se, portanto, uma abordagem da pesquisa exploratória, descritiva qualitativa e quantitativa que é um conjunto de diferentes técnicas interpretativas visando descrever e decodificar as características, vantagens e desvantagens dos custos em relação ao transporte hidroviário (Neves, 1996).

A pesquisa exploratória de acordo com Gil (2007) têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vista a torná-lo mais explícito ou constituir uma hipótese. Essa técnica tem como objetivo principal o aprimoramento das ideias ou descobertas de intuições.

Para revisão bibliográfica deste estudo, utilizou-se de artigos pesquisados em base de dados, como SciELO e Portal de Periódicos da CAPES, teses e dissertações, portais de internet, e livros impressos e eletrônicos referentes ao tema. Esses materiais foram incorporados também aos artigos que integram esta dissertação, proporcionando ligação do conteúdo sobre tema de custo dos transportes de cargas pelas hidrovias, de modo particular, a Tietê-Paraná.

Para seleção do material de pesquisa utilizado procurou-se realizar uma leitura detalhada, selecionando a semelhança e pertinência da literatura em relação ao tema proposto, processos, intervenções e impacto na economia e no transporte de cargas. A pesquisa adota uma metodologia racional e sistemática sempre com o objetivo de procurar resposta aos problemas propostos. Segundo Gil (2007), a pesquisa deve ser desenvolvida mediante o concurso dos conhecimentos disponíveis e a utilização cuidadosa de métodos, técnicas e outros procedimentos científicos. Desenvolve-se ao longo de um processo que envolve inúmeras fases, desde a adequada formulação do problema até a satisfatória apresentação dos resultados.

Cabe destacar também a importância da definição da questão de pesquisa e como se desenvolve, para que se tenha uma compreensão ampla e importância da metodologia aplicada, pois, em qualquer ambiente em que seja realizada uma pesquisa, sempre estará ligada ao aspecto racional que busca responder questões e resolução de problemas.

Para realização deste trabalho foram definidos os objetivos, e escolheu-se o método da pesquisa com suas sequências e etapas para responder os problemas levantados. O método é concebido por Faria et al. (2012), como método que envolve a descrição de etapas e procedimentos a serem realizados para coleta de dados, e pode ser desenvolvido a partir da definição dos objetivos.

### 3.1 Método Aplicado

O método aplicado consiste na definição da estrutura do trabalho e as decisões e procedimentos adotados pelo autor. Para o desenvolvimento do presente estudo foram realizados quatro artigos científicos conforme Tabela 7:

Tabela 7: Artigos da Dissertação

<b>nº.</b>	<b>ARTIGO</b>	<b>PUBLICADO / SUBMISSÃO</b>
<b>I</b>	TRANSPORTE DE CARGAS VIA HIDROVIAS: UM COMPARATIVO DA SUA UTILIZAÇÃO ENTRE O BRASIL X ESTADOS UNIDOS.	ILS 2016 BORDEAUX FRANÇA
<b>II</b>	ANÁLISE DA VIABILIDADE DE CUSTOS DO TRANSPORTE DE SOJA DE MATO GROSSO VIA HIDROVIA TIETÊ-PARANÁ.	1º.EINEPRO RIO DE JANEIRO BRASIL
<b>III</b>	ESTIAGEM NA HIDROVIA TIETÊ-PARANA: IMPACTOS NOS CUSTOS DIRETOS, INDIRETOS E OCULTOS NO TRANSPORTE DE SOJA.	IJM&P SÃO PAULO BRASIL
<b>IV</b>	ANÁLISE DE VIABILIDADE DOS CUSTOS PARA A REATIVAÇÃO DO TERMINAL DE CONCHAS NA HIDROVIA TIETÊ PARANÁ.	SADS Journal SÃO PAULO BRASIL

Fonte: Elaborado pelo autor

A ordem dos artigos apresentados nesta dissertação não segue a ordem de produção dos mesmos, sendo assim, optou-se por elencá-los em ordem lógica ao entendimento da pesquisa. A metodologia utilizada em cada artigo é apresentada nos mesmos. As motivações de cada um dos trabalhos e sua relação com a dissertação são descritos a seguir.

- O primeiro artigo consistiu em um comparativo da utilização do sistema hidroviário entre o Brasil e os Estados Unidos com o objetivo de explorar o tema de estudo da dissertação. Os resultados indicaram que a Logística é um dos maiores entraves para o desenvolvimento econômico no Brasil que, mesmo, com dimensões geográficas parecidas às dos Estados Unidos, tem a matriz modal de transporte bastante diferenciada e competitiva, com grande utilização do modal hidroviário e ferroviário. Por outro lado, a matriz de transporte brasileira é desbalanceada e o uso do transporte hidroviário é restrito mesmo com a imensa malha fluvial do país. O transporte hidroviário é o modal com a melhor relação custo x benefício para cargas de alto volume e baixo valor agregado e foi possível constatar uma grande vantagem competitiva dos americanos em relação aos brasileiros. Este artigo foi publicado em congresso internacional e manteve-se nessa dissertação seu formato e linguagem originais.

- O segundo artigo buscou avaliar a importância da Hidrovia Tiête-Paraná para o estado de Mato Grosso, se esta estivesse totalmente operacional. Para isso, simulou uma rota de transporte de Soja do estado de Mato Grosso para o Porto de Santos, utilizando o sistema rodoferroviário e comparando com a utilização junto a esses sistemas do transporte hidroviário, numa operação intermodal. Foi possível concluir que utilizando-se a rota sugerida, os custos de transporte aumentam, mesmo com o preço menor do transporte hidroviário, pois fica restrito a um pequeno trecho disponível de navegação (cerca de um terço do trajeto total). A maior parte é feita pelo modal rodoviário, e portanto para que o uso da hidrovia seja competitivo é necessário investir na eficiência dos sistemas de transporte como um todo, o que comprova que países com matrizes mais equilibradas são mais competitivos. O artigo foi publicado no 1º Einepro, que foi um Encontro Interestadual de Engenharia de Produção entre os estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo. Substitui o tradicional Encontro Mineiro de Engenharia de Produção - Emepro no ano de 2014.
- O terceiro artigo estudou os custos diretos, indiretos e ocultos na operação de transporte de grãos que utilizavam a Hidrovia Tiête-Paraná durante a estiagem na região Sudeste que ocorreu entre 2014 e 2015. Os resultados indicaram que os agricultores brasileiros tinham um custo de US\$ 85,00 por tonelada para movimentar seus produtos que comparado aos americanos com US\$ 23,00 e com os argentinos com US\$ 20,00 é cerca de quatro vezes maior. Assim, conclui-se a necessidade de maiores investimentos para tornar a comercialização mais eficiente, visto a grande dependência do modal rodoviário que, independentemente do período de duração da estiagem que foi de 20 meses, mostrou-se economicamente desvantajoso. O artigo foi publicado na revista *Independent Journal of Management & Production* que é editado em língua inglesa e tem Qualis B4 para Engenharias III.
- O quarto artigo, ainda não publicado, sugeriu a reativação do terminal de Conchas que, já instalado desde 1993, ainda não foi utilizado. Se fosse efetivada sua operação, teria-se um acréscimo de 500 toneladas/hora, gerando uma economia de escala na transferência para o Porto de Santos, reduzindo o tempo de gargalo que a movimentação pelo modal rodoviário provoca quando na chegada a esse terminal. Atualmente está submetido na revista *South American Development Society Journal*, Qualis B5 para Engenharias III.

## **4 Artigos**

### **4.1 Resultados (1º. Artigo)**

Artigo aprovado no International Conference on Information Systems, Logistics and Supply Chain (ILS International Conference) 2016, e foi apresentado em Bordeaux na França nos dias 01 a 04 de Junho de 2016.



## Waterways Cargo Transportation: A Comparison between Brazil and the United States

Moacir de Freitas Junior<sup>1,2</sup>, Rodrigo Carlo Toloi<sup>1,3</sup>, João Gilberto Mendes dos Reis<sup>1</sup>, Oduvaldo Vendrametto<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Paulista University, Postgraduate Program of Engineering Production, São Paulo, Brazil

<sup>2</sup> Faculdade de Tecnologia da Zona Sul, São Paulo, Brazil,

<sup>3</sup> Federal Institute of Mato Grosso, Rondonópolis, Brazil,

{bicimo@uol.com.br, toloirodrigo@gmail.com, betomendesreis@msn.com, oduvaldov@uol.com.br}

**Abstract.** An efficient transport network needs an infrastructure that would be able to provide an optimization in cargo transport, bringing agility and speed. With respect to this, waterways can be considering a solution due to its energy efficiency, greater productivity in relation to the cargo volumes, and low cost per ton. The purpose of this study is compare Brazilian waterways with the American waterways about costs and infrastructure available. To that end we conducted a bibliographical study to collect data and make feasible the comparisons between countries. The results showed that in Brazil, the one cargo tonne transported by one thousand kilometers, cost three times more than in the United States.

**Keywords:** Infrastructure, transport, waterway, competitiveness.

### 1 Introduction

Waterways are means of transportation that use water from great lakes and rivers to transport goods and people [1]. It is a mode which increases competitiveness advantages and represent low cost per ton transported. Moreover, its high capacity of transportation, countries with wide territorial dimensions should consider the waterway as an option [1]. However, the use of waterways transportation in the world is small in front of its potentiality.

Fici states that in the world, around 450 thousand km of rivers can be navigable and only 190 thousand km are explored by means of waterways, useful for the transportation is around 2.2 million ton per cargo/year [2]. Besides its low cost of transport and high capacity of transport cargo, the advantages of waterway system in comparison to the other transportation modes include energy efficiency, cargo concentration capacity, infrastructure lifespan, fuel consumption, emission of pollutants, and so on.

The United States considers this potentiality. According to Kruse et al., annually 624 million metric tons of products are transported by American waterways, which corresponds to 14% of all domestic transport and amounts to an average of US\$ 70 billion [3]. On the other hand, the waterways are responsible for only 1,95% of all cargo transported by water [4].

The purpose of this study is to compare the Brazilian and American waterway use considering costs and infrastructure. Both countries are larger and plenty of many rivers, but do they use efficiently the waterways available?

This paper is divided in sections and after these introduction is presented the methodology, following by the scenario of Brazilian and American waterways, and a comparison between both countries.

### 2 Method

This study is an exploratory research that aims to compare the inland waterway network in Brazil and the United States. These countries are the two major grain producers in the world, however, they present significant differences in the logistics systems. Where the USA uses a large inland waterway, for instance, to move grains between growers and ports, while Brazil, despite the size of rivers available, it uses, in general, the roadway transportation to move grains.

We conducted a qualitative study to describe and compare the current situation of inland waterways in both countries. To this end, the research followed the steps:

- a) A literature review: which allowed us to identify: (i) volumes and the main transported goods; (ii) advantages and disadvantages of inland waterways; (iii) the main corridors of transportation; and (iv) costs of transport matrix related to GDP.
- b) Description of the data: the characteristics of the modes were investigated between the two countries, detailing the use of the inland waterway network and its extension. Moreover, we verified the volume of traffic and types of loads and products.
- c) Data Analysis: The comparative use of the waterway between Brazil and the United States were develop taking into account the extension and infrastructure level offered.

### 3 Brazilian Waterways and American Waterways

With a large coastline, Brazil owns many navigable rivers, however, this has never been the most used cargo transportation mode, where its participation is less than 15% below, in comparison to the maritime transportation [4].

Brazil has 63,000 km of waterways, being that 40,000 and 50,000 km of rivers, lakes and lagoons can be considered potentially navigable, where 29,000 km will have its structure improved according to the National Plan of Logistics and Transport [5].

Brazilian rivers, frequently of great volume, are considered to be an alternative for the reduction of costs in transport, but, not always navigable, because of their unevenness [6]. However, according to the Brazilian Waterways Report produced by the National Waterway Transport Agency, around 13,646 km are effectively used for navigation [7]. The waterway mode in Brazil is not used frequently because Brazil focuses on the road mode most often, as can be seen in Figure 1.

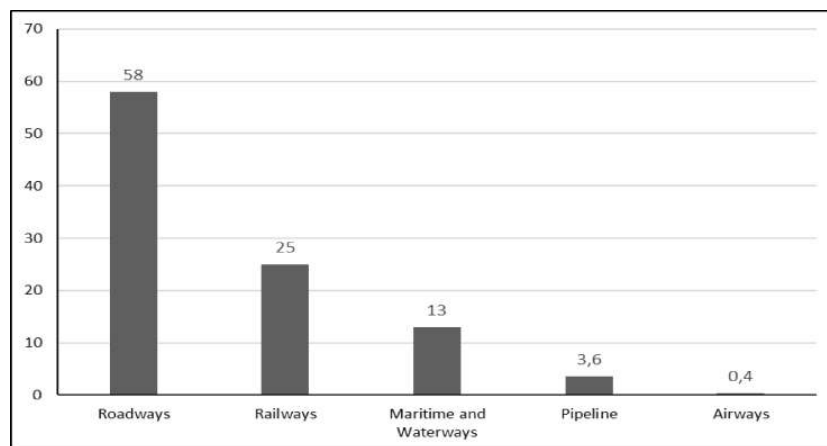


Fig. 1: Matrix of Brazilian Transport. Source: Adapted [4]

The inland navigation transported a total of 28 million metrics tons, having solid bulks as main cargo [8]. Amazon waterways represent, respectively, 61,9% and 35,1% (Table 1)

Inland navigation is considered vital for transporting the wealth of a nation, especially in regions that show a natural hydrographic condition [9]. Table 2 presents the extension of the waterway network currently in operation in the country.

**Table 1.** Participation in inland navigation by type of cargo and by basin district in the main river basins

District	General cargo free (%)	General cargo in containers (%)	Liquid Bulk (%)	Solid Bulk (%)	Total participation by basin district (%)
Amazon	53,1	72,4	68,2	19,8	35,1
Parana	0,1	--	--	33,5	20,7
Paraguay	--	--	--	31,4	19,4
South	4,9	--	17,6	14,9	13,3
Tocantins-Araguaya	41,9	27,6	14,2	0,5	11,5
Total participation by type of cargo	20,8	0,1	17,2	61,9	100,0

Source: Adapted from [7] and [8]

**Table 2.** Brazil's Waterways

Waterway	Extension/Km
Tiete-Parana	1,660
Amapa Madeira	4,164
Tapajos	1,046
Capim	372
Tocantins Araguaya	3,040
San Francisco	1,371
Jacui, Tapajos, and Lagoa dos Patos	670
Paraguay	1,323
Total	13,646

According to Valente, the only waterway connecting great economic centers is the Tiete-Parana; hence the operations will always depend on the others modes of cargo, for example, we have the transport of grains from Mato Grosso which are transport by barges to Porto Velho and then transferred to ships at Itacoatiara Port [10].

The waterway cargo transport in Brazil has progressively growing, in 2013 more than 80 million metric tons were transported [7]. The evolution from 2010 to 2013 is shown in Table 3.

**Table 3.** Waterway transport cargoes in TKU – 2010-2013

Type of navigation	TKU (in billions)							
	2010	%	2011	%	2012	%	2013	%
Inland coasting	24,7	42,6	23,9	23,9	25,0	40,5	24,5	38,0
Inland long journey	18,1	31,2	20,6	33,9	20,1	32,6	21,3	33,1
Inland navigation	15,2	26,2	16,3	26,8	16,6	26,9	18,6	28,9
State	2,3	4,0	2,3	3,8	2,2	3,6	2,5	3,8
Interstate	10,7	18,4	10,9	17,9	11,8	19,2	12,7	19,8
International	2,2	3,9	3,2	5,2	2,5	4,1	3,4	5,3
Total General	57,9	100,0	60,9	100,0	61,7	100,0	64,3	100,0

Source: Adapted [7]

The routes of the main groups of goods emphasize the logistics corridors, which use the waterway mode [11]. Bauxite, for example, uses the corridor Solimoes-Amazonas departing from Oriximiná/PA and Juruti/PA for export or to other Brazilian port installations via coast [7]. Another important waterway corridor is Madeira. A Large part of the soybeans produced in the central western departs from Porto Velho/RO and goes downs Madeira River to Itacoatiara/AM or Santarém/PA, from where it goes on to exportation [7].

In San Simão/GO, there is the Parana-Tiete waterway that link the city to the Pederneiras/SP, where it is transferred to a railway and exported by Santos Port [7]. The World Wide Inland Navigation Network

presents the main products and the respective percentage transported in Brazilian waterway in 2010 (Figure 2).

In 2011, the most transported products were iron ore, soybean, nonmetallic minerals, organic chemical products, semitrailers, fuel and mineral oils and corn, which amounted to 81,3% of all transport in this period [8].

Freitas et al. state that the United States is one of the countries that most use this mode, owning the bigger waterway flow in the world, with approximately 57% of use amounting to 40 thousand km. Mississippi, Missouri, Ohio, Tennessee, Illinois and Arkansas Rivers, besides the lakes, are very well explored in the transport of cargoes because of the potential they represent [12](Figure 3).

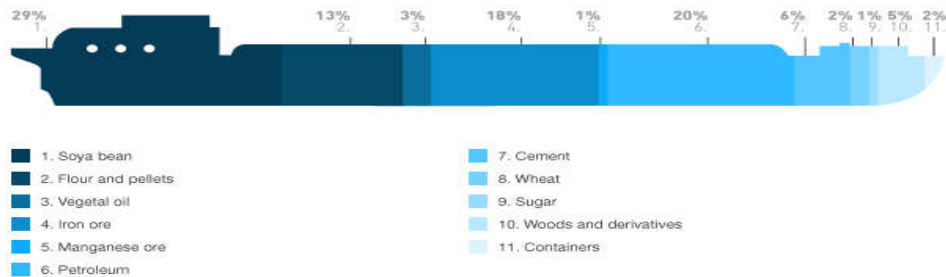


Fig. 2. Types of Cargoes Transported by Waterway. Source: [13]

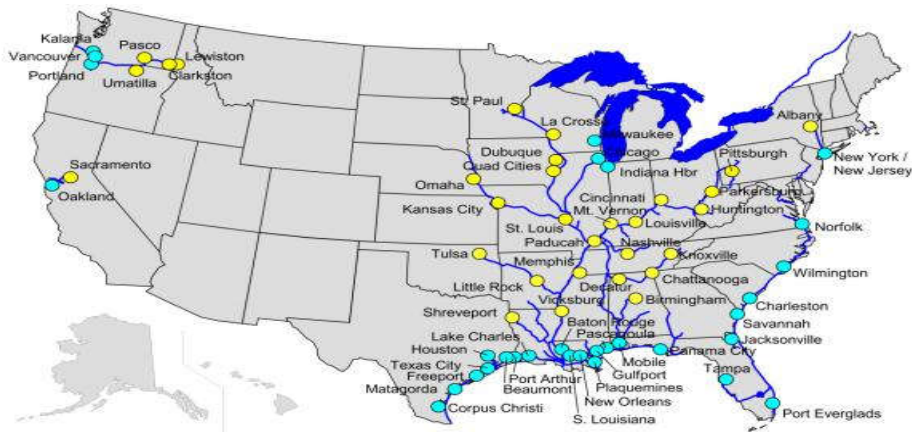


Fig. 3. Types of cargo transported by American waterways. Source: [13]

Queiroz et al show the importance of the American transport network for it uses 19,210 km of navigable canals with 240 locks, in 38 states, from Canada to the Gulf of Mexico and also from the Atlantic to near the Rocky Mountains as well as the northwest Pacific [14].

The fluvial navigation is widely used in the United States and predominates in the American transport matrix. According to Kruse et al. the country owns 40,230 km of waterways, 19,310 km inland and 20,920 km coastal, owns 400 ports and transport 70 million metric tons of cargo annually, from which



half are grains, soybeans, corn and pet food [3]. Mississippi River alone has 3,730 km and is considered one of the most important rivers for navigation and goods transport, especially agricultural products[3]. Carlini argues with economic benefits of sea transport, American government invested effectively in the infrastructure of the waterway mode in the past few decades where all the involved sectors are supported by federal loan for operational expenses and working capital, in the process [15]. He also states that after the creation, in 1986, of the water resources development Act - WRDA, all expenses for the construction and development of projects in waterways are split: 50% for the federal government and 50% for the users of that system, through the Inland Waterways Fund. Table 4 presents the structure of the American waterways network, and the bigger extensions are the Mississippi, Missouri and Atlantic Intercostal waterways.

**Table 4.** American Waterways

Waterways	Extension/Km
Mississippi	3,730
Missouri	3,767
Ohio	355
Tennessee	1,490
<b>Illinois</b>	493
Arkansas	2,364
Atlantic Intracoastal	4,800
Apalachicola-Chattahoochee	269
Gulf Intracoastal	1,700
Tennessee-Tombigbee	320
Monongahela	210
Upper Mississippi	2,000
St.Clair	65
St.Lawrence	1,197
St.Mary	480
Columbia Snake	2,000
<b>TOTAL</b>	<b>25,240</b>

The Atlantic Intercostal waterway, located between the coasts of the Atlantic and the Gulf of the United States, provides a navigable itinerary for the ship, without many risks, being favorable for tourism navigation since it goes past cities like Fort Lauderdale.

The main products transported by American waterways are coal, responsible for 31% of all cargo handling through American waterways, followed by petroleum with 26%, and then, crude material with 15% of the volume transported by the waterway mode [13] (Table 5).

**Table 5.** Participation in the volume transported by type of cargo

Product	Participation (%)
Coal	31,00
Petroleum and Petroleum products	26,00
Crude Materials	15,00
Food and Pharmaceutical Products	14,00
Chemical Products	9,00
Primary Manufacturing Products	4,00
Manufactured Products	1,00
<b>Total</b>	<b>100,00</b>

Source: Adapted [13]

Kruse et al. point out that this scenario could be better used, having in mind that American waterways do not use their potential fully, and its mass use would result in less environmental impacts [3].

The rivers are a natural path and do not require high construction and maintenance costs. The costs of construction and maintenance of canals are lower when compared to the other modes, and they can even be used for watering, tourism, leisure, and energy production. Table 6 shows the average cost by mode for construction and maintenance.

**Table 6.** Average Cost of Construction and Maintenance by Modes in US\$

Mode	Construction	Maintenance
Waterway	34.000	Low
Rail	1.400.000	High
Road	440.000	High

Source: Adapted [5]

## 4 Comparisons

### 4.1 Infrastructure

In this paper, we presented the main characteristics of Brazilian and American waterways. So far, when we compare of the transportation infrastructure between the United States and Brazil, the first is ahead, because Brazil still has the same matrix from the 1980's [5]. Furthermore, the United States has an advantage in relation to the use waterway mode use, and it transport on average eight times more cargo annually than Brazilians. Indeed, the Americans also explore twice more the options of navigable canals. The focus of the use of waterways is related to the commodities transportation, where in the United States main product is coal and in Brazil, soybeans (Table 7).

**Table 7.** Comparison of Brazilian and American Waterway Network

Item	Brazil	USA
Main Product Transported in %	Soybean - 29%	Coal - 31%
Network Used in Km	13,646	25,240
Volume Transported in million/tonnes/year	80	624

According to Logistics Institute - ILOS if the Brazilian transport matrix were similar to the American matrix and if the same costs were practiced, Brazil would reduce its expense in US\$ 28,711 billion, which represents 37% profit. Table 9 compare transport infrastructure between the United States and Canada with to BRIC countries.

**Table 9.** Infrastructure of Cargo all over the World

	Brazil	China	India	Russia	USA	Canada
Area (million Km <sup>2</sup> )	8.5 <sup>1</sup>	9,6	3	17	9,1	9
Paved Roadway	219	1,576	1,569	776	4,375	416
Railway	29	86	64	87	225	47
Pipeline	19	87	35	260	2,225	100
Waterways	14	110	15	102	41	0,6

Source: Adapted [16]

<sup>1</sup>Thousand of kilometers. Source: Adapted [16]

### 4.2 Cost

Freitas et al. states that the costs of transport are those which involve transference of goods and raw material from the suppliers to the delivery of the finished product to the final customer [12]. Note that it is represented by the capital (depreciation, financial taxes, return taxes, etc.), operational (maintenance, supervision, staff, lease, insurance, etc.), and other (taxes, tolls, licensing, etc.). Table 10 shows the

comparison of costs among the matrixes of Brazilian and American transport, where the first has a cost three times higher, making the process expensive.

**Table 9.** Matrix of transport of cargo in Brazil and the USA and their respective costs by mode, in 2012

	Brazil		USA	
	% TKU	US\$/Mil TKU	% TKU	US\$/Mil TKU
Roadway	67	133	31	310
Railway	18	22	37	29
Waterway	11	30	10	10
Pipeline	3	25	21	9
Airway	0,04	1060	0,30	1,107

Source: Adapted [13]

Brazilian logistics costs are 27% bigger in comparison with the ones in the USA, and this is caused by the matrix of transport, considering that in Brazil roadway mode predominates. At the same time the waterway cost for TKU in Brazil is three times more than in the USA.

## 5 Conclusion

This study focused on the comparison of the use of the waterway mode between Brazil and the USA. The general result indicated that Logistics is one of the biggest issues to the economic development of Brazil, which, although owning similar geographic dimensions to the ones in the USA, has a different matrix of transport. Brazil focuses on roadway mode for transporting, which represents 60% of all the volume of cargo transported, although it has a very deficient infrastructure where a great part of the roadways are in bad condition and the rate of investment by the public sector is very low.

On the other hand, the USA focuses on the railway mode and constant investment is made by both the private and public sector. In relation to waterway transport, the mode with the best cost/benefits relationship, a great competitiveness advantage is observed for the USA, considering that they use 57% of their waterway potential while Brazil uses only 26%. By the American waterways, 483 million metric tons on average are transported annually whereas in Brazil, only 25 million tons.

Finally, it is clear that, in Brazil, the investment in infrastructure does not catch up with the advances of the productive sector. The future studies will check alternatives for transferring cargo to the waterway mode.

## References

1. Rodrigues, P.R.A.: Introdução aos Sistemas de Transporte no Brasil e à Logística Internacional. Aduaneiras (2005).
2. Fici, R.P.: As ferrovias brasileiras e a expansão recente para o centro-oeste, (2007).
3. Kruse, C.J., Protopapas, A., Olson, L.E.: A Modal Comparison of Domestic Freight Transportation Effects on the General Public: 2001-2009. U.S. Department of Transportation, Maritime Administration; Arlington, VA: National Waterways Foundation, Washington, DC (2012).
4. Batista, B.: Características do Transporte no Brasil. Brasília (2009).
5. Brazilian Ministry of Transport: Plano Nacional de Logística e Transporte: Sumário Executivo - PNLT. Brazilian Ministry of Transport, Brasília (2011).
6. Chaves, C.M. das G.: A Construção do Brasil: Projetos de integração da América portuguesa. Varia Hist. 77–95 (2002).
7. Agência Nacional De Transporte Aquaviário, A.: Indicadores o Transporte de Cargas: Tonelada Útil Transportada e Tonelada Quilômetro Útil em 2013. Ministério dos Transportes, Brasília (2014).
8. Pompermayer, F.M., Campos Neto, C.A.S., De Paula, J.M.P.: Hidrovias no Brasil: perspectiva histórica, custos e institucionalidade. IPEA, Rio de Janeiro - RJ (2014).

9. Azambuja, J.L.F. de: Hidrovia da Lagoa Mirim: Um marco de desenvolvimento nos caminhos do Mercosul, (2005).
10. Valente, J.A., Carneiro Filho, A., Guterra, E.: Infraestrutura e mobilidade territorial. Fundação Perseu Ambrósio, São Paulo (2013).
11. Rodrigue, J. P., Comtois, C., Slack, B.: The Geography of Transport Systems. Taylor and Francis, London, UK (2013).
12. Freitas, M.J., Reis, J.G.M. dos R., Toloi, R.C., Vendrametto, O., COSTA NETO, P.L. de O.: Estiagem na Hidrovia Tietê-Parana: Impactos nos Custos Diretos, Indiretos e Ocultos no Transporte de Soja. *In: 1º Congr. Logística E Operações Inst. Fed. São Paulo* (2015).
13. USACE, U.S.A.C. of E., IWR, I. for W.R.: U.S. Port and Inland Waterways Modernization: Preparing for Post-Panamax Vessels. USACE, Washington, DC (2012).
14. Queiroz, E.P., Nascimento, I.M., Fialho, J.R.R., 2013. A dimensão do transporte hidroviário de carga e passageiros: a extensão das vias economicamente navegadas. *In: 8º Semin. Transp. e Desenvol. Hidroviário Inter.* (2013).
15. Carlini, N.: Aspectos atuais da navegação de Interior, Cabotagem e Longo Curso, Rio de Janeiro - RJ (2015).
16. Arvis, J.-F., Saslavsky, D., Ojala, L., Shepherd, B., Busch, C., Raj, A.: Trade Logistics in the Global Economy: The Logistics Performance Index and Its Indicators. The World Bank, Washington (2014).

## **4.2 Resultados (2º. Artigo)**

Artigo aprovado e apresentado no Encontro Interestadual de Engenharia da Produção - EINEPRO, em São João da Barra, Rio de Janeiro entre os dias 28 a 30 de abril de 2015.



## Análise da Viabilidade de Custos do Transporte de Soja de Mato Grosso via Hidrovia Tietê-Paraná

João Gilberto Mendes Reis (PPGEP- UNIP) [betomendesreis@msn.com](mailto:betomendesreis@msn.com)

Rodrigo Carlo Toloi (PPGEP- UNIP / IFMT) [toloirodrigo@gmail.com](mailto:toloirodrigo@gmail.com)

Moacir de Freitas Junior (PPGEP-UNIP / FATEC - ZS) [bicimo@uol.com.br](mailto:bicimo@uol.com.br)

*Resumo: O transporte de grãos entre os locais de produção e de consumo é um dos principais entraves da competitividade agrícola brasileira. Neste contexto o transporte de soja é um dos mais prejudicados com os problemas de infraestrutura de transporte. O estado de Mato Grosso é um dos maiores produtores do país e utiliza os modais rodoviário e ferroviário para escoar sua produção, que em sua maioria tem como destino os Portos de Santos/SP e Paranaguá/PR. Este artigo teve como objetivo avaliar os custos de transporte atuais dessa operação e simular com os custos de se utilizar a hidrovia no processo de transporte. Para isso analisa o trajeto de seis micro regiões produtoras de MT, via o terminal ferroviário Rondonópolis/MT ao Porto de Santos/SP comparando os custos de uma operação rodoviária-ferroviária com a alternativa rodoviária-hidroviária-ferroviária utilizando a hidrovia Tietê - Paraná. Os resultados indicaram que a rota sugerida não é atrativa devido ao aumento dos custos do transporte rodoviário com seus deslocamentos e o reduzido trecho do modal hidroviário disponível.*

*Palavras-chave: Transporte de Soja; Modais de Transporte; Infraestrutura Logística; Custos de Transporte;*

### 1. Introdução

A produção prevista de grãos no Brasil na safra de 2014/2015 é de 200,08 milhões de toneladas (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB, 2015). Essa produção está distribuída nos estados do Paraná, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Rio Grande do Sul e Bahia (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA, 2014). O maior estado produtor é o estado de Mato Grosso (MT), com 31,4 % da produção nacional (MAPA, 2014). Segundo dados do INSTITUTO MATO-GROSSENSE DE ECONOMIA AGROPECUÁRIA – IMEA (2014) cerca de 56 % da produção de soja do estado na safra de 2014/15 deve ser exportada, o que ocorre pelos Portos de Santos/SP e Paranaguá/PR. É nesse escoamento que reside o maior entrave da produção de soja brasileira. Embora o país tenha alta produtividade no campo, a competitividade é perdida na movimentação desses grãos devido à má condição da infraestrutura de transporte, condições dos veículos, longas jornadas e alta utilização do modal rodoviário (LAZZAROTTO e LAZZAROTTO, 2011).

Como referência a esse problema, pode-se comparar o transporte da soja brasileira com a soja transportada nos Estados Unidos. Com uma infraestrutura eficiente e diversificada de transporte, os americanos transportando soja por uma distância equivalente a 1.000 km, gastam



menos da metade do custo de frete praticado no Brasil para a mesma distância (DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DOS ESTADOS UNIDOS - USDA, 2014). Os norte-americanos utilizam uma extensa malha ferroviária e hidroviária, sendo o transporte por caminhões responsáveis por apenas 4% do total de grãos transportados entre as fazendas e os portos (USDA/AMS, 2014).

Muitos projetos no Brasil tem sido desenvolvidos com a finalidade de se reduzir esse gargalo através dos Programas de Aceleração do Crescimento - PAC (MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, 2015) e Programa de Investimentos em Logística – PIL (EMPRESA DE PLANEJAMENTO E LOGÍSTICA - EPL, 2015) e subsídios para compra de equipamentos novos para o transporte, porém pouco resultado prático tem sido observado.

Um dos estados mais eficientes na Logística de grãos é o de Mato Grosso, entretanto como os seus principais polos de transporte são distantes cerca de 2.000 km dos portos de exportação torna o transporte rodoviário oneroso, fazendo com que o transporte ferroviário ganhe maior importância, principalmente pela influência da empresa transportadora ferroviária da região, que inclusive possui participações em armazéns e em partes da produção de grãos.

Apesar do transporte ferroviário ter sido visto como uma solução para redução desses gargalos logísticos no transporte rodoviário, o Brasil é um país com grandes bacias hidroviárias que como nos Estados Unidos poderiam ser utilizadas para baratear os custos de transporte. Muito embora algumas regiões do país estejam sofrendo a maior crise hídrica de sua história, não é possível deixar de lado o grande potencial de transporte hidroviário que o país tem.

O uso do transporte hidroviário para grãos é fundamental pois possui um custo e consumo de combustível menores que o transporte ferroviário e rodoviário. Esse, por si só, é um fator muito importante aos produtos de baixo valor agregado e que envolve grandes volumes, uma vez que o transporte representa uma porcentagem significativa do valor de comercialização (POMPERMAYER, CAMPOS NETO e DE PAULA, 2014).

Esse artigo tem como objetivo fazer uma simulação do impacto da hidrovia para o transporte de grãos do estado de Mato Grosso analisando a viabilidade de custos de se adotar uma operação multimodal utilizando a hidrovia.

Para isso faz uma comparação do transporte da soja produzida em seis microregiões de Mato Grosso até o Porto de Santos/SP, que operam através do sistema rodo-ferroviário, no qual o transbordo de grãos entre os caminhões e a ferrovia é realizado na cidade de Rondonópolis/MT, com uma simulação de uma operação sendo realizada utilizando a hidrovia Tiête-Paraná estabelecendo uma operação intermodal rodo-hidro-ferroviária.

O artigo está dividido em 4 seções, que envolve além dessa introdução, uma seção de revisão da literatura, uma de metodologia e por fim uma seção de resultados e discussão que apresenta as simulações realizadas e discute em relação a prática de transporte atual no estado.



## 2. Revisão da Literatura

### 2.1 Agronegócio e a Soja em Mato Grosso

O estado de Mato Grosso é um dos principais produtores de grãos brasileiros e apresenta papel relevante nas exportações brasileiras de commodities, de acordo com MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR –MDIC (2015), a balança comercial do estado, registrou um superávit de US\$ 13.028 bilhões entre janeiro e dezembro de 2014 conforme mostra a Tabela 1:

TABELA 1 –Balança Comercial de Mato Grosso

Discriminação	US\$ Jan-Dez/2013	US\$ Jan-Dez/2014	Var (%)
Exportações	15.815.951.351	14.796.823.287	-6,44%
Importações	1.705.130.697	1.768.176.015	3,7%
Saldo	14.110.820.654	13.028.647.272	-7,67%
Corrente de Comércio	17.521.082.048	16.564.999.302	-5,46%

Fonte: Adaptado de MDIC (2015)

Conforme visualizado na Tabela 1, apesar do superávit apresentado houve um aumento das importações, que se referem aos insumos comprados para produção que sofrem influência da variação do preço do dólar que valorizou em 2014. Ao mesmo tempo houve um decréscimo das exportações que refletem em geral os problemas logísticos da região. Devido a distância dos portos, a logística de escoamento encarece os grãos brasileiros frente ao mercado exportador mundial.

Os principais produtos do agronegócio de Mato Grosso, em se tratando de produção agrícola na produção da safra 2014/2015 segundo dados o INSTITUTO MATO-GROSSENSE DE ECONOMIA AGROPECUÁRIA - IMEA (2014) são a Soja, Bovinos, Algodão, Milho, Aves, Cana de açúcar, Suínos e Leite. Na Tabela 2 é possível visualizar esses produtos e sua participação na produção brasileira.

TABELA 2 - Valor Bruto Da Produção Agropecuária (mil R\$).

Cultura	Nominal		Participação	
	2014*	2015*	2014	2015
Soja	21.693.640	18.918.806	50%	48%
Bovinos	8.496.468	7.949.739	20%	20%
Algodão	4.530.767	3.441.554	10%	9%
Milho	4.035.804	3.842.000	9%	10%
Aves	1.486.655	1.553.131	3%	4%
Cana-de-açúcar	1.230.268	1.353.295	3%	3%
Suínos	833.904	865.220	2%	2%
Leite	538.774	617.223	1%	2%

Fonte: Adaptado do IMEA (2014)





Conforme Tabela 2 é possível visualizar a importância da produção de soja para o estado de Mato Grosso e sua representatividade na produção brasileira, o que leva a inferir a importância de se desenvolver a logística da região, visando um melhor escoamento da produção e aumento da competitividade da soja.

Vale destacar que a estrutura multimodal disponível para o escoamento da safra, não é adequada ao volume da produção Mato-grossense, que segundo a CONAB (2014) na safra 2013/2014 foi de 27.488 mil toneladas, que representa 63% da produção de todo o Centro-Oeste, conforme destacado na Tabela 3.

Tabela 3 – Produção de Soja na Região Centro Oeste – safra 2013/2014 e estimativa 2014/2015

Região/estado	Safra 13/14 (f)	Produção (mil ton.)				Participação (%)
		Safra 14/15		VAR %		
		Lim. Inf. (g)	Lim. Sup. (h)	(g/f)	(h/f)	
Centro-Oeste	41.800,50	43.855,60	45.253,60	4,9%	8,3%	-
MT	26.441,60	27.488,90	28.297,50	4,0%	7,0%	63%
MS	6.148,00	6.399,50	6.651,60	4,1%	8,2%	15%
GO	8.994,90	9.730,20	10.067,50	8,2%	11,9%	22%
DF	216,00	237,00	237,00	9,7%	9,7%	1%

Fonte: CONAB (2014)

Segundo dados do IMEA (2014b) a produção em Mato Grosso fica distribuída em seis micro regiões, conforme Figura 1.

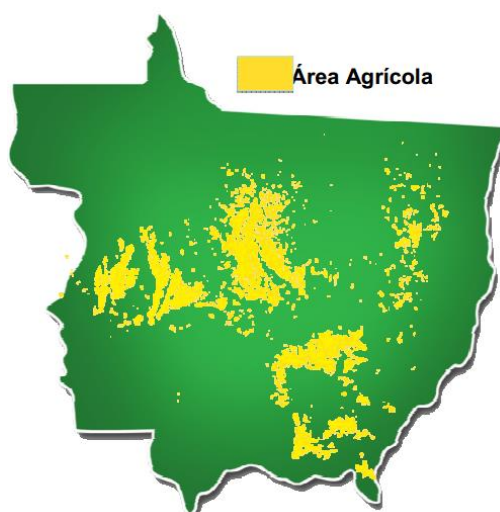


FIGURA 1 – Produção de Soja por Microrregiões em Mato Grosso. Fonte: IMEA (2014)



A Figura 2 pode ser dividida nas regiões apresentadas na Tabela 4.

TABELA 4 – Produção de Soja por Micro regiões em Mato Grosso.

Micro regiões	Produção (ton.)	Participação (%)
Noroeste	1.674.352,00	6,4%
Nordeste	3.746.669,00	14,4%
Médio-Norte	9.370.372,00	36,0%
Oeste	3.361.853,00	12,9%
Centro-Sul	1.926.788,00	7,4%
Sudeste	5.468.091,00	21,0%
Mato Grosso	26.037.130,00	100,0%

Fonte: IMEA (2014)

Da soja produzida em Mato Grosso 30% é destinada para ser processada em óleo e farelo de soja no mercado interno, enquanto que 15% é comercializado junto a outros estados do País e 55% é destinado a Exportação Direta, conforme apresentado no relatório do IMEA (2014).

O transporte da soja produzida em Mato Grosso é destinada principalmente para o Porto de Santos/SP (58%), seguido pelo Porto de Paranaguá/PR (10%), de Vitória/ES (9%) e Itacoatiara/AM (8%) (IMEA, 2014).

Mato Grosso apresenta uma baixa infraestrutura logística e grande produção, isso ocasiona uma elevação nos custos de transporte no momento de escoar, o que acaba elevando-os nos períodos de safra.

## 2.2 Logística de Grãos em Mato Grosso

A dependência brasileira da produção de grãos da região Centro-Oeste e principalmente da produção Mato-grossense deixa claro que a competitividade da produção de grãos do país depende de uma logística eficiente para o transporte desses grãos dos locais de produção para os portos de exportação, representados em sua maioria por Santos/SP e Paranaguá/PR.

Entre as diversas atividades logísticas, o transporte é a principal preocupação das empresas, uma vez que representa a maior parcela do custo logístico final. No Brasil, de acordo com pesquisa realizada pelo INSTITUTO DE LOGÍSTICA E SUPPLY CHAIN – ILOS (2014), as empresas brasileiras gastam cerca de 67% do total despendido com logística em transportes.

Entre as alternativas de transporte atuais para o estado de Mato Grosso está o transporte rodoviário até o Porto de Paranaguá/PR, com destaque para a utilização das rodovias MT 235, BR 264 (que liga o Acre ao estado de São Paulo) e BR 163 (que liga o Pará ao Rio Grande do Sul). Já para o transporte até Santos/SP a opção é o transporte rodo-ferroviário, com a utilização da BR 364, ALL Malha Norte, do grupo América Latina Logística - ALL.

Uma terceira alternativa é o uso do transporte rodo-hidroviário, utilizado atualmente para escoar a produção do norte do estado, utilizando a BR 364 até Porto Velho (RO) e, em seguida, a hidrovia do Rio Madeira até Itacoatiara (AM). Estas alternativas de escoamento do produto levam em consideração a infraestrutura de transporte existente no Mato Grosso.



A Figura 2 apresenta a estrutura multimodal de MT, ainda que incipiente, mas oferecendo diferentes opções para o transporte da soja produzida no Estado.

FIGURA 2 – Principais Rotas de Exportação de Grãos



Fonte: IMEA (2014)

Conforme visto na Figura 2, a principal rota de transporte dos grãos de Mato Grosso é via a ferrovia em Alto Araguaia, que com os investimentos realizados pela ALL, hoje se concentram no terminal de grãos na cidade de Rondonópolis/MT. Apenas a produção de Querência/MT que se destina a Aragarari ou a Hidrovia Tiête-Paraná em São Simão/GO.

### 2.3 Transporte Hidroviário

Uma alternativa viável para a redução dos custos de transporte de grão da região centro-oeste seria a utilização em maior escala do modal hidroviário. Esse tipo de transporte, também denominado aquaviário, é realizado para o transporte de pessoas e mercadorias usando embarcações através dos rios, lagos e lagoas, navegáveis que tenham recebido algum tipo de preparação para tal, como uma eficiente sinalização e o balizamento (SECRETARIA DOS TRANSPORTES DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2015).

Através das hidrovias se consegue transportar grandes volumes de mercadorias e em grandes distâncias, dos quais pode-se citar a soja, o minério de ferro, o cascalho, a areia, o carvão e outros produtos não perecíveis.

Segundo o MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES (2015) o transporte aquaviário possui



as seguintes características:

- grande capacidade de carga;
- baixo custo de transporte;
- baixo custo de manutenção;
- baixa flexibilidade e velocidade (compensadas pelas grandes quantidades transportadas);
- sofre influência das condições climáticas;
- baixo custo de implantação quando via de leito natural, mas elevado se existir necessidade de construção de infraestrutura de adequação como: eclusas, barragens, canais, etc.

Apesar de apresentar algumas desvantagens, o transporte hidroviário é compensado pelo seu volume que influi diretamente nos preços de frete, conforme pode ser visto na Figura 3.

MODAIS	HIDRO	FERRO	RODO
Capacidade de Carga	<b>1 Comboio Duplo Tietê</b> (4 chatas e empurrador)  <b>6.000 t</b>	<b>2,9 Comboios Hopper</b> (86 vagões de 70 t) 	<b>172 Carretas de 35 t</b> <b>Bi-trem Graneleiras</b> 
Comprimento Total	<b>150 m</b>	<b>1,7 km</b>	<b>3,5 km</b> (26 km em movimento)

FIGURA 3 – Capacidade de carga transporte hidroviário em relação ao ferroviário e rodoviário. Fonte: Perrupato (2009).

Conforme visto na Figura 3, a grande vantagem da hidrovia está na sua capacidade de carga e na sua eficiência do uso energético para movimentação das mesmas. Isso faz com que o custo da hidrovia para transportar uma tonelada por 1.000 km esteja em R\$ 5,00 (POMPERMAYER, CAMPOS NETO e DE PAULA, 2014). Calculando esse valor por tonelada/km encontra-se o valor de R\$ 0,01 já incluído a taxa de transbordo de R\$ 2,80 por tonelada.

Como efeito comparativo o custo de transporte rodoviário apresentado pelo USDA (2013) é de R\$ 0,11 tonelada por km. Desse modo a utilização da hidrovia poderia representar uma importante redução dos custos de transporte e aumento da competitividade da produção de grãos brasileira frente ao mercado internacional. Na discussão do presente artigo é apresentado um comparativo dos valores atuais utilizando o transporte rodo-ferroviário em comparação ao uso do transporte rodo-hidro-ferroviário.



### 3. Metodologia

Este trabalho consiste em uma pesquisa exploratória que visa entender a atual situação do transporte de soja entre Mato Grosso e o Porto de Santos/SP para simular alternativas entre as duas regiões que possibilitem redução de custos de movimentação. Este artigo em específico analisa a situação de transporte atual que envolve um processo intermodal envolvendo rodovia-ferrovia e compara com a utilização da hidrovía Tiête-Paraná em um transporte intermodal envolvendo rodovia-hidrovía-ferrovia. Embora haja a adição de mais um modal, será verificado se a maior capacidade de transporte da hidrovía teria impacto na redução de custos de movimentação de soja entre o estado de Mato Grosso e o Porto de Santos/SP. Para isso o trabalho foi dividido da seguinte forma:

- a) Foi realizada uma revisão da literatura para identificar a produção e a logística da soja em Mato Grosso. Além disso, a revisão serviu para identificar as rotas de transporte atuais, e uma rota para simulação utilizando o modal hidroviário.
- b) Os custos de transporte são baseados em dados fornecidos pelos operadores e por órgãos de pesquisa e controle de operação como USDA (2012), POMPERMAYER, CAMPOS NETO e DE PAULA, (2014), AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES - ANTT (2015).
- c) Com essas informações foi estabelecido o roteiro atual e os custos associados ao transporte entre MT e o Porto de Santos/SP.
- d) Depois foi estabelecido um roteiro alternativo utilizando a hidrovía Tiête-Paraná e simulado os custos para realizar a operação de transporte que é comparado com a operação atual.
- e) Por fim, são discutidos os resultados de cada alternativa.

## 4 Resultados e Discussão

### 4.1 Rota Atual: trajeto e valores

A rota atual para o transporte tem como origem as fontes de produção em Mato Grosso, dividida em seis microregiões, sendo realizada via rodovia até a cidade de Rondonópolis/MT, de onde segue via modal ferroviário até o Porto de Santos/SP, conforme trajeto representado na Figura 04.

As seis regiões produtoras de MT são representadas pela cidades de Juína, Querência, Sorriso, Sapezal, Cuiába e Rondonópolis. Os custos da operação para cada roteiro é apresentado no Quadro 1.





FIGURA 4 – Atual rota de escoamento da safra Mato-grossense.

Cidade Região	Distancia (KM)		Custo/t/km	Custo Transporte (ton)
Juína	Transporte Rodoviário (Até Rondonópolis)	941	R\$ 0,11	R\$ 103,51
	Transporte Ferroviário (Rondonópolis - Santos)	1.446	R\$ 0,05	R\$ 72,30
	Total	2.387	R\$ 0,16	R\$ 175,81
Querência	Transporte Rodoviário (Até Rondonópolis)	653	R\$ 0,11	R\$ 71,83
	Transporte Ferroviário (Rondonópolis - Santos)	1.446	R\$ 0,05	R\$ 72,30
	Total	2.099	R\$ 0,16	R\$ 144,13
Sorriso	Transporte Rodoviário (Até Rondonópolis)	615	R\$ 0,11	R\$ 67,65
	Transporte Ferroviário (Rondonópolis - Santos)	1.446	R\$ 0,05	R\$ 72,30
	Total	2.061	R\$ 0,16	R\$ 139,95
Sapezal	Transporte Rodoviário (Até Rondonópolis)	685	R\$ 0,11	R\$ 75,35
	Transporte Ferroviário (Rondonópolis - Santos)	1.446	R\$ 0,05	R\$ 72,30
	Total	2.131	R\$ 0,16	R\$ 147,65
Cuiabá	Transporte Rodoviário (Até Rondonópolis)	217	R\$ 0,11	R\$ 23,87
	Transporte Ferroviário (Rondonópolis - Santos)	1.446	R\$ 0,05	R\$ 72,30
	Total	1.663	R\$ 0,16	R\$ 96,17
Rondonópolis	Transporte Rodoviário (Até Rondonópolis)	30	R\$ 0,11	R\$ 3,30
	Transporte Ferroviário (Rondonópolis - Santos)	1.446	R\$ 0,05	R\$ 72,30
	Total	1.476	R\$ 0,16	R\$ 75,60

QUADRO 2 – Custos operacionais do transporte na rota atual . Fonte: Adaptado ANTT (2015), USDA (2013), POMPERMAYER, CAMPOS NETO e DE PAULA (2014)

Os dados mostram que o quão mais distante a fonte de produção estiver do terminal ferroviário, maior será o custo logístico final, devido ao maior deslocamento. Demonstram também que o transporte rodoviário custa 120 % mais que o transporte ferroviário, indicando que as fazendas deveriam estar o mais próximo possível das ferrovias. Isso é utilizado amplamente pelos Estados Unidos principal concorrente brasileiro, que tem as ferrovias próximas a área de produção (USDA, 2013).



#### 4.1 Rota rodo-hidro-ferroviária

A rota estabelecida para o transporte aqui simulado tem início nas fontes de produção em Mato Grosso via caminhão até São Simão/GO, de São Simão/GO até Pederneiras/SP via Hidrovia Tiête-Paraná e de Pederneiras/SP até Santos/SP via Ferrovia. O trajeto é representado na Figura 5.

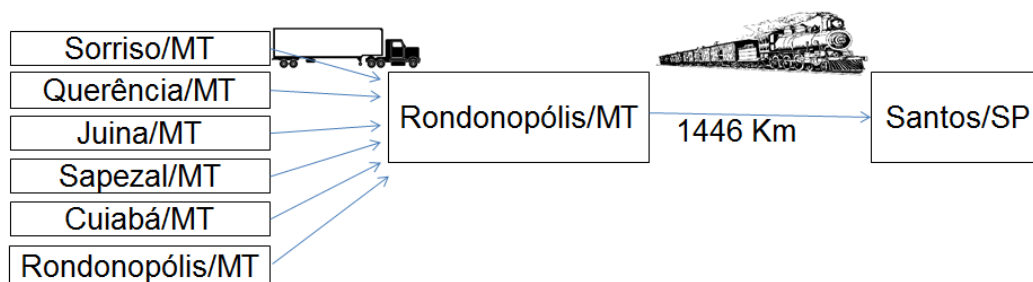


FIGURA 5 – Simulação de rota alternativa para escoamento da Safra Mato-grossense. Os custos operacionais calculados para cada trajeto simulado são apresentados no Quadro 3.

Cidade Região	Transporte	Distância (km)	Custo/ton /km	Custo Transporte por Tonelada
Juína Noroeste	Transporte Rodoviário (Até São Simão/GO)	1.533	R\$ 0,11	R\$ 68,63
	Transporte Hidroviário (São Simão/GO - Pederneiras/SP)	640	R\$ 0,01	R\$ 6,40
	Transporte Ferroviário (Pederneiras/SP - Santos/SP)	496	R\$ 0,07	R\$ 34,72
	Total	2.669	R\$ 0,19	R\$ 109,75
Querência Nordeste	Transporte Rodoviário (Até São Simão/GO)	906	R\$ 0,11	R\$ 99,66
	Transporte Hidroviário (São Simão/GO - Pederneiras/SP)	640	R\$ 0,01	R\$ 6,40
	Transporte Ferroviário (Pederneiras/SP - Santos/SP)	496	R\$ 0,07	R\$ 34,72
	Total	2.042	R\$ 0,19	R\$ 140,78
Sorriso Médio-Norte	Transporte Rodoviário (Até São Simão/GO)	1.201	R\$ 0,11	R\$ 132,11
	Transporte Hidroviário (São Simão/GO - Pederneiras/SP)	640	R\$ 0,01	R\$ 6,40
	Transporte Ferroviário (Pederneiras/SP - Santos/SP)	496	R\$ 0,07	R\$ 34,72
	Total	2.337	R\$ 0,19	R\$ 173,23
Sapezal Oeste	Transporte Rodoviário (Até São Simão/GO)	1.270	R\$ 0,11	R\$ 139,70
	Transporte Hidroviário (São Simão/GO - Pederneiras/SP)	640	R\$ 0,01	R\$ 6,40
	Transporte Ferroviário (Pederneiras/SP - Santos/SP)	496	R\$ 0,07	R\$ 34,72
	Total	2.406	R\$ 0,19	R\$ 180,82
Cuiabá Centro-Sul	Transporte Rodoviário (Até São Simão/GO)	802	R\$ 0,11	R\$ 88,22
	Transporte Hidroviário (São Simão/GO - Pederneiras/SP)	640	R\$ 0,01	R\$ 6,40
	Transporte Ferroviário (Pederneiras/SP - Santos/SP)	496	R\$ 0,07	R\$ 34,72
	Total	1.938	R\$ 0,19	R\$ 129,34
Rondonópolis Sudoeste	Transporte Rodoviário (Até São Simão/GO)	588	R\$ 0,11	R\$ 64,68
	Transporte Hidroviário (São Simão/GO - Pederneiras/SP)	640	R\$ 0,01	R\$ 6,40
	Transporte Ferroviário (Pederneiras/SP - Santos/SP)	496	R\$ 0,07	R\$ 34,72
	Total	1.724	R\$ 0,19	R\$ 105,80



**QUADRO 3 – Custos operacionais da simulação de transporte trajeto 2. Fonte: Adaptado ANTT (2015), USDA (2013), POMPERMAYER, CAMPOS NETO e DE PAULA (2014)**

Os custos de transporte foram menores do que o apresentado para o transporte rodoviário do Norte de Mato Grosso até Santos/SP, que teve um valor médio no ano de 2012 de R\$ 218,00 por tonelada (USDA, 2013). Considerando os valores da simulação com os valores atuais para o trecho rodoviário até Rondonópolis/MT e o ferroviário até Santos/SP a diferença foi de 19,3 % maior para Juina; 23,78 % maior para Sorriso; 22,47 % maior para Sapezal; 34,49 % maior para Cuiabá; e 39,95 % maior para Rondonópolis, a única excessão que o custo logístico ficaria mais competitivo é para a soja produzida na região nordeste do estado, ficando 2,32 % menos onerosa.

Os resultados mostram que da forma com que está estruturado o transporte hidroviário nessa rota, mesmo com o valor atrativo da tonelada transportada, a utilização do modal não torna essa alternativa atrativa.

O complexo portuário de São Simão/GO tem capacidade de armazenagem de 89 mil toneladas e capacidade operacional de 2.100 toneladas por hora (GOIÁS, 2014). Evidentemente se toda a produção de soja fosse direcionada para essa operação teria-se um novo gargalo, inclusive porque concorre com a soja produzida no estado de Goiás.

Atualmente são transportados por São Simão/GO 2 milhões de toneladas/ano de grãos, sendo que cerca de 70% tem origem em Goiás (SECRETÁRIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO DO ESTADO DE GOIÁS – SEPLAN, 2009).

Mesmo que fosse atrativo o transporte hidroviário nessa rota seria preciso analisar os demais gargalos envolvidos na operações conforme os dados atuais de movimentação do Porto de São Simão/GO.

Outro aspecto a precisa ser destacado, diz respeito a distância que a soja teria que percorrer até chegar ao seu destino final. Comparando a rota atual com a rota sugerida, nota-se um acréscimo de 11,81 % para Juina; 13,39 % para Sorriso; 12,90 % para Sapezal; 16,54 % para Cuiabá; e 16,80 % para Rondonópolis. A excessão novamente é a soja produzida na região Nordeste do estado que teria uma redução de 2,32% na distância a ser percorrida até o Porto de Santos/SP.

### **3. Considerações Finais**

Esse trabalho se concentrou na simulação da viabilidade do transporte hidroviário para a movimentação da soja em Mato Grosso no que tange a custos. O resultado geral indicou que utilizando a rota sugerida os custos de transporte sofrem acréscimo, mesmo com o preço atrativo do transporte hidroviário.

Isso ocorreu devido ao pequeno trecho disponível de hidrovia para transporte, cerca de um terço do trajeto total. Como para a operação foi necessário aumentar o trecho rodoviário, os custos aumentaram em relação à rota atual utilizada pelos produtores de MT.

Entretanto, essa rota simulada se mostrou vantajosa caso o transporte fosse feito por via rodoviária. Porém para validar a sua viabilidade são necessários estudos considerando as restrições da operação como tempo de transporte, velocidade, volume, confiabilidade e capacidade. Pretende-se em estudos futuros utilizar Pesquisa Operacional ou um Modelo de





Simulação Discreta para verificação dessa análise de viabilidade.

#### Referências

- AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTE TERRESTRES. Concessões ferroviárias. Disponível em: <<http://appweb2.antt.gov.br/concessaofer/concessionariasfer.asp>>; Acesso em 15/03/2015 às 12:00.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. *Acompanhamento da safra brasileira de grãos: Quinto levantamento*. Brasília: CONAB, 2015.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. *Acompanhamento da safra brasileira de grãos: Primeiro Levantamento*. Brasília: CONAB, 2014.
- EMPRESA BRASILEIRA DE LOGÍSTICA. *Programa de Investimentos em Logística*. Disponível em: <<http://www.epl.gov.br/index.php>>. Acesso em 08/03/2015.
- GOVERNO DE GOIÁS. Infraestrutura e Energia. Disponível em: <<http://www.goias.gov.br/paginas/invista-em-goias/infraestrutura-e-energia>>. Acesso em 15/03/2015.
- INSTITUTO DE LOGÍSTICA E SUPPLY CHAIN. *Panorama Custos Logísticos no Brasil*. Rio de Janeiro: ILOS, 2014.
- INSTITUTO MATO-GROSSENSE DE ECONOMIA AGROPECUÁRIA. *Agronegócio no Brasil e em Mato Grosso*. Mato Grosso: IMEA, 2014.
- INSTITUTO MATO-GROSSENSE DE ECONOMIA AGROPECUÁRIA. Primeira estimativa de oferta e demanda de soja em Mato Grosso. Mato Grosso: IMEA, 2014.
- LAZZAROTTO, T.C.; LAZZAROTTO, T.C. Soja: da produção nacional ao escoamento dos grãos. *Anais XXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção*. Belo Horizonte, ABEPRO, 2012.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. *Projeções do agronegócio*. Brasília: MAPA/ACS, 2014.
- MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR, 2015. *Balança Comercial: Unidades da Federação*. Disponível em: <<http://www.desenvolvimento.gov.br/sitio/interna/interna.php?area=5&menu=1076>>. Acesso em 07/03/2015 às 13:30.
- MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO. *Plano de Aceleração do Crescimento*. Disponível em: <<http://www.pac.gov.br>>. Acesso em 08/03/2015.
- MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. *Transporte Hidroviário do Brasil*. Disponível em: <<http://www2.transportes.gov.br/bit/04-hidro/hidro.html>>. Acesso em 13/03/2015 às 14:00.
- PERRUPATO, M. *Seminário Internacional de Hidrovias Brasil-Holanda*. Brasília: MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2009.
- POMPERMAYER, F.M.; CAMPOS NETO, C.A.S.; DE PAULA, J.M.P. *Hidrovias no Brasil: perspectiva histórica, custos e institucionalidade*. Rio de Janeiro: IPEA, 2014.
- SECRETÁRIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO DO ESTADO DE GOIÁS – SEPLAN. *Perfil Competitivo das Regiões de Planejamento do Estado de Goiás*. Goiânia: SEPLAN, 2009.
- SECRETÁRIA DOS DOS TRANSPORTES DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2015. *Características*. Disponível em: <<http://www.transportes.sp.gov.br/programas-projetos /caracteristicas.asp>>. Acesso em 13/03/2015 às 10:00.
- U.S. DEPT. OF AGRICULTURE – USDA. *Brazil Transportation Guide*. Washington, 2012.
- U.S. DEPT. OF AGRICULTURE, AGRICULTURAL MARKETING SERVICE – USDA/AMS. *Grain Transportation Report*. Washington, 2014.

### **4.3 Resultados (3º. Artigo)**

Artigo publicado no INDEPENDENT JOURNAL OF MANAGEMENT & PRODUCTION - IJM&P, publicado no volume 7, da edição n. 2, de April - June 2016.



**DROUGHTS IN THE TIETÊ-PARANÁ WATERWAY: IMPACTS ON  
THE DIRECT, INDIRECT AND HIDDEN COSTS IN THE  
TRANSPORTATION OF SOYBEAN.**

**ABSTRACT**

Brazil's agricultural economy is growing and increasing productivity. Therefore, it has required transportation systems with high load capacity and lower transportation costs. However, with the drought in the Southeast region of Brazil, the waterway Tietê-Paraná closed since May 2014 generating a loss of more than 30 million last year. Thus, this study investigates the impacts on direct, indirect and hidden costs resulting from this change of route for soy transport. The methodology consists of an exploratory, descriptive and bibliographic research that seeks to raise the main costs. The results show that failing to ensure the production of soybeans by the Tiete-Parana waterway and using the highway transportation costs for waterway users are increased by US\$ 37,760,146.86.

**Keywords:** Logistics; Soy; Waterways; Costs.



## 1. INTRODUCTION

River transport has been considered an inexpensive and low-energy-consuming means of transportation (POMPERMAYER, CAMPOS NETO e PAULA, 2014). Moreover, it is efficient for transporting bulk goods of low added value such as iron ore, grains, and commodities in general.

Countries such as Argentina and the US have been using their main waterways to facilitate the transportation of grains (SCHNEPF, 2001), being able to offer more competitive prices when compared to the grains produced in Brazil, where they use instead road and rail transport.

Brazil owns over 39,146 miles of waterways from which between 24,854 e 31,068 miles of river, lakes and lagoons can be considered potentially navigable. However, nowadays, a little more than 8,077 miles are used for navigation (SCHNEPF, 2001; TEIXEIRA, 2010). The United States, for instance, use 13,670 miles of waterways, being those 2,348 miles belong to only Mississippi River. These waterways are responsible for transporting 600 million metric tons of cargo per year (WORLD WIDE INLAND NAVIGATION NETWORK – WWINN, 2015). In Brazil, waterways were responsible for transporting 80,3 million of metric tons in 2013 (AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTE AQUAVIÁRIOS-ANTAQ, 2013).

In Table, I, am possible to see the main Brazilian waterways used and adequacy issues, aids-to-navigation issues, lack of shipping locks and non-observance of the environmental law are among the many problems they face (AMARAL, CORDEIRO NETTO, 2013).

The drought in Brazilian waterways began in 2013 has been affecting transportation by rivers. Tietê-Paraná waterway, for instance, has stopped its activities due to the drought resulting in a loss of US\$ 50,816,881.37. From January to July 2014, the number of shipments that are no longer performed by this waterway was 2.69 million metric tons and this difference amounts to 72 mil trucks (TOMAZELA, 2014).



Table 1: Main Brazilian waterways

Waterways	Rivers	Length (miles)	Interconnected Cities	
Madeira	Madeira River	656	Porto Velho/RO	Itacoatiara/AM
Tietê-Paraná	Paranaíba River, Paraná River, Tietê River	1,491	São Simão/GO	Conchas/SP, Santa Maria da Serra/SP
Paraguai-Paraná	Paraguai River, Paraná River, Cuiabá River	2,138	Cáceres/MT	Buenos Aires/Argentina
San Francisco	São Francisco River	851	Pirapora/MG	Juazeiro/BA, Petrolina/BA
Tocantins-Araguaia	Araguaia River, Tocantins River	786	Cocalinho/MT	Pedro Afonso/TO, Estreito/MA
Waterways in the South	Jacuí River, Taquari River, Jaguarão River, Lagoa dos Patos River, Lagoa Mirim River.	559	Porto Alegre/RS	Rio Grande/RS, Pelotas/RS, Jaguarão/RS

Source: Adapted from Oliva (2009) and Tokarski (2014)

Currently, Tietê-Paraná waterway is closed due to the drought causing 4 million metric tons of grains to be transported by trucks, consequently, resulting in a US\$ 14,482,811.19 (TREVISAN, 2015).

In that scenario, this study has as its central issue: What are direct, indirect and hidden costs created by the stoppage of Tietê-Paraná waterway? In order to answer that question, this study aims at investigating what those costs are and how they affect the transportation of grains that takes place between São Simão/GO and Pederneiras/SP Ports.

## 2. WATERWAY TRANSPORT

The matrix of transport modes in Brazil is dominated by road transportation, which is responsible for transporting about 60% of all cargo at a high cost. (WANKE, 2010).

Waterway transportation is the means by which it is possible to transport for a long distance a great amount of goods such as minerals, gravels, sand, coal, iron, grains and other non-perishable products. According to Dias (2010), waterway



[<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/us/>]

Licensed under a Creative Commons Attribution 3.0 United States License

transportation is made by great-size barges transporting cargo between domestic ports, operating in seaports and river ports, nationwide or long-distance and internationally.

The ships and barges have a relatively great capacity, the fixed costs are absorbed by the vast amount of products and, as Chopra and Meindl (2011) suggest, its main advantage is the low cost.

Brazilian transport system is managed by ANTAQ (Brazilian Waterway Transport Agency). According to ANTAQ, Brazilian waterways transported 315,4 million metric tons, between 2010 and 2013, figure 1.

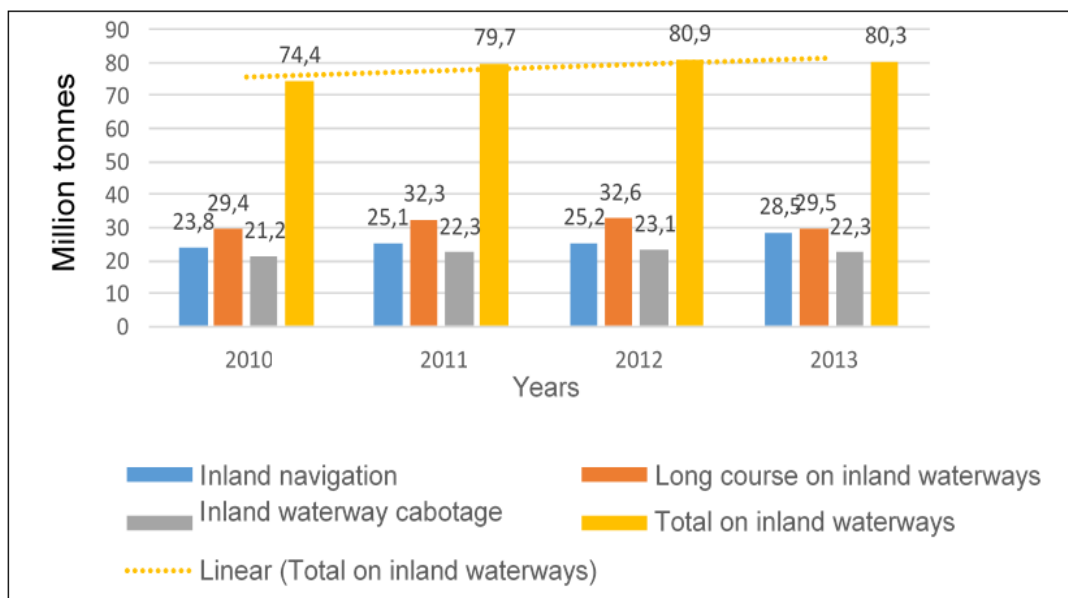


Figure 1: Tonnes Transported through Waterways in Brazil between 2010 and 2013.

Source: Adapted from ANTAQ (2014)

Among the main goods transported are iron ore, soy, fuel, and corn, as can be seen in Figure 2.



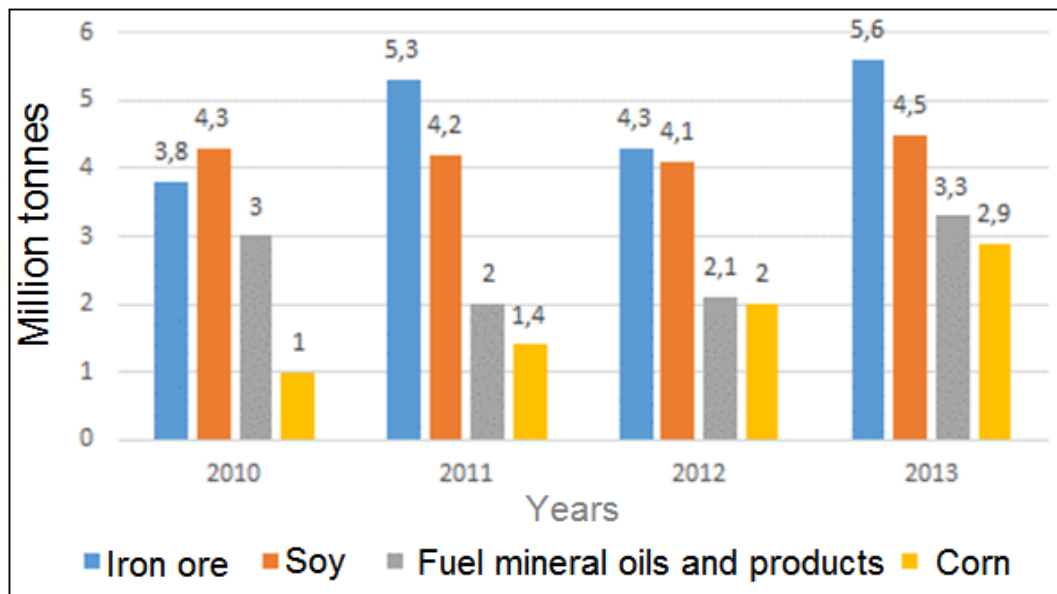


Figure 2: Main Products Transported by Waterways between 2010 and 2013.  
 Source: adapted from ANTAQ (2014)

## 2.1. Tietê-Paraná Waterway

The Tietê-Paraná Waterway is responsible for transporting about 8 million metric tons of cargo, from which 2 million metric tons are soy and corn (TREVISAN, 2015).

The navigation on Tietê and Paraná Rivers began before Portuguese colonization in Brazil since Indians already used to use it for commuting and fishing. Their geographical position hindered medium and long distance navigation and people were forced to do that journey on foot, on horseback or horse cart.

According to TEIXEIRA (2010), in the last 50 years, São Paulo State Government built several multiple-use constructions such as ship locks, opened channels to boost navigation and spread navigation signaling all through the waterway. Such efforts resulted in the consolidation of an integrated waterway transport system, associated with a road and rail transport network in a process of integration and modernization.

The transportation through Tietê-Paraná Waterway is by barges destined to ports and processing plants. This system owns about 1,491 miles of waterway



between Conchas and Piracicaba (SP) all the way to Goiás and Minas Gerais (to the north) and Mato Grosso do Sul, Paraná and Paraguay (to the south).

This waterway has six hydroelectric power stations and eight ship locks at Tietê River, and for more stations and two ship locks at Paraná River. They also own 23 bridges, 19 shipyards and 30 intermodal terminals managed by the private sector, which are used for temporarily storing raw material or processing it. Such infrastructure made the waterway mode an economical alternative for cargo transport besides propitiating the reordering of transport matrix in the central-western São Paulo and propelling the regional development of cities like Barra Bonita and Pederneiras (TEIXEIRA, 2010).

This assignment aimed at Tietê-Paraná Waterway, bearing in mind its operations stoppage due to problems caused by the drought, which demand transportation be made by other modes, impacting the direct, indirect and hidden costs.

## **2.2. Transportation Costs**

As Kussano (2012) points out the transportation costs are those that involve handling of inputs and raw material from the suppliers to the delivery of the finished product and they are capital costs (depreciation, financial obligations, rates of return), operational costs (maintenance, supervision, staff, lease, insurances) among others (taxes, tolls, licenses).

Carvalho (2010) states that the transportation costs must be dealt with upon two perspectives: (i) the perspective of the user (contractor) and (ii) the operating company (the fleet owner). In the first case, the company which outsources the transport operations (or part of them), bearing in mind the costs of transport as variables; in the second case, though, as operator (fleet owner), the transport costs have a fixed amount and a variable portion.

According to ILOS (Instituto de Logística e Supply Chains, 2014), the costs can vary according to the transportation mode employed, since each mode has its costs variations, representing 4,7% in relation to the net income of the companies in Brazil, as can be seen in Figure 3.





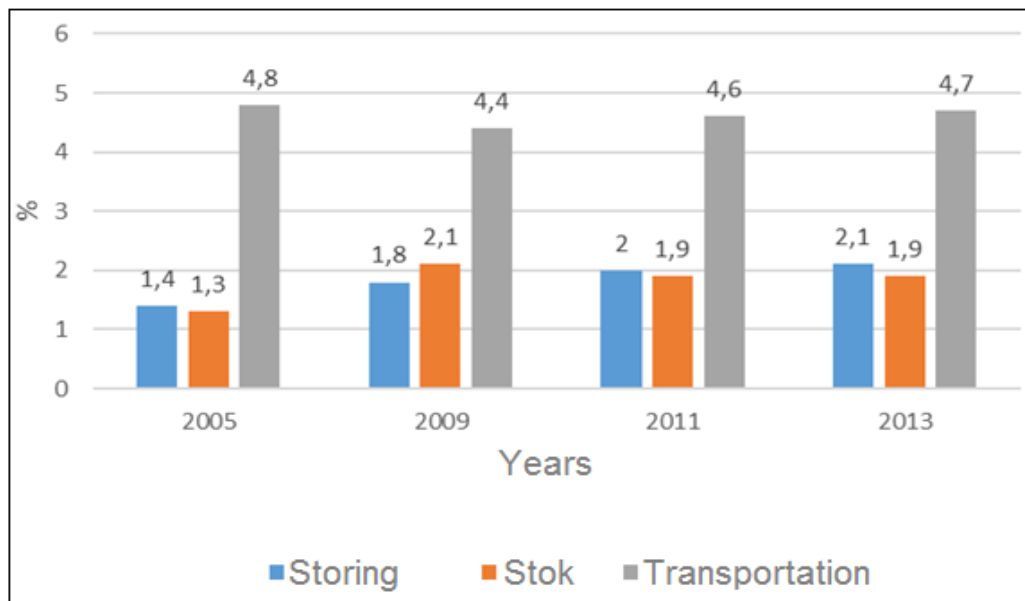


Figure 3: Logistical costs in relation to net income. Source: ILOS (2014)

### 3. RESEARCH METHODOLOGY

This work consists of an exploratory research, which aims at studying the current situation of the waterway and showing the impacts of the drought in the transportation of grains.

This assignment consisted of the following steps:

a) A bibliographic research, which enabled the identification of:

- I. The direct, indirect and hidden costs with reference to the use of waterway mode under normal circumstances;
- II. The cost of the road mode for transporting grains from São Simão/GO to Pederneiras/SP.

b) The making of a comparative study based on data gathered, which enabled the showing of the impacts resulting from the change from the waterway mode to the road mode for soy transport, caused by the drought.

### 4. FINDINGS AND DISCUSSION

Brazil is one of the biggest soybean producers, a competitive asset essential for trading balance. However, direct, indirect and hidden costs interfere directly in the Brazilian soy market competitiveness.



[<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/us/>]

Licensed under a Creative Commons Attribution 3.0 United States License

According to Reis, Toloi, and Freitas (2015), the cost of waterway transport is only US\$ 0.003 t/km, whereas the cost of rail transport is US\$ 0.018 ton-km and the road one is US\$ 0.028 ton-km. thus, the activities stoppage in that waterway results in a direct cost of US\$ 0.025 tone-km in the freightage.

In order to evince such impact, below the costs involved in this stoppage are discussed by the following concepts: direct, indirect and hidden costs.

#### 4.1. Direct and Indirect Costs

According to Dutra (2010), all expenses related to goods and service used in the production of other goods or services are considered costs. The expenses have the peculiarity to look similar, but in practice, they can be classified as direct costs when used directly in the production process of a good or service and indirect when used in the support operations, and can be classified as fixed and variable.

Direct cost is that which can be calculated in the moment of its occurrence, for instance, the truck driver's salary in road transportation. The indirect cost is the opposite: we are not able to calculate it when it occurs and, subsequently, by means of an assessment it can be accounted: mechanical maintenance and tire wear, for instance. Table 2 shows the main direct and indirect costs in transportation.

Table 2: Direct and Indirect Costs in Transport

Direct	Indirect
Depreciation	Administration
Capital stock	Fuel
Crew salary	Tyres
Insurance	Lubrication
Taxes (vehicles)	Maintenance

Source: Created by the authors

Direct costs are those, which can be calculated at the moment they occur. As an example, the longevity of a barge is 20 years with an annual depreciation tax of 5%, whereas a truck's life span is five years with an annual depreciation tax of 20%. Indirect costs are those, which can only be calculated only afterwards, such as fuel expenses, by means of an apportionment. While a truck consumes 96 liters of fuel in



tons per kilometer, a tug consumes only 5 liters according to the Waterway Plan of MT (Transport Ministry, 2013).

Waterway transport is more efficient energy-wise, provides large concentration of cargo, longer lifespan of vehicles and their infrastructure and maintenance costing US\$ 0.003 per km in comparison with road transport's US\$ 0.028 cost, and consumes less fuel, emits a smaller amount of pollutants, does not create traffic, shows a smaller rate of accidents and low noise emissions.

Table 3 shows the cost per metric ton for soybean transport, the city of Juína, located in the northwestern region of the state of Mato Grosso, to the port of Santos / SP.

The table shows the costs of using transportation waterway, road and railway for the transportation of production the soybean. Through the data, it concludes that the financial cost of transport waterway is less than other modes of transport.

Table 3: Costs of the transportation modals.

City Region	Transport route	Distance (km)	Cost t/km	Cost transport metric ton
Juína northwestern	Transport Road (up São Simão / GO)	1.533	US\$ 0,028	R\$ 168,63
	Transport Waterway (São Simão / GO – Pederneiras / SP)	640	US\$ 0,003	R\$ 6,40
	Transport Railway (Pederneiras / SP – Santos / SP)	496	US\$ 0,018	R\$ 34,72

Source: Adapted from USDA (2012), POMPERMAYER, CAMPOS NETO e DE PAULA (2014), REIS et al. (2015).

Waterway transport proves to be more economical in relation to road mode, since it presents smaller costs in the environment impacts, from its design to its operation, smaller pollutant emissions, less lubrication use, non-necessity of tires, not existence of road tolls, less maintenance cost in all its extension, less risk of theft.

In addition to the financial advantage transportation of waterway and utilizing the parameter in relation to cargo space, with equivalent cargo units, the waterway presents a quite significant advantage, because, a composition, double of four barges and a tug can transport 6,000 metric tons at the same amount of time of the



[<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/us/>]

Licensed under a Creative Commons Attribution 3.0 United States License

rail mode: there would have to be 2.9 Hopper trains with 86 wagons weighing 80 metric tons and if the same volume were transported by road mode, we would need 172 bi train dolly trucks weighing 35 metric tons each (PROTASIO, 2015).

Besides environmental, financial and economical advantages, the waterway mode stands out, as can be seen in Table 4.

Table 4: Advantages of waterway transport among the other modes

Characteristics	Barges	Train	Truck
Dead weight per ton transported		800 kg	700 kg
Traction force - 1 cv	4.000 kg	500 kg	150 kg
Amount of equipment for transporting a thousand metric tons	1 tug and 1 ferry	1 engine and 50 wagons	50 truck-tractors e 50 trailers
Distance (km) covered with 1 litter of fuel and 1 ton cargo	219 km	86 km	25 km
Lifespan in years	50	30	10

Source: adapted from Protasio (2015)

Considering its capacity for storing, waterway transport shows advantages, due to the fact the tug of barge can transport up to 1,500 metric tons of cargo and, compared to road transport, each barge equals to 60 trucks, which can transport no more than 25 tons.

#### 4.2. Hidden Costs

Souza et al. (2015) defines hidden costs as those that are neither realized nor calculated in a logistical context, invisible to managers, and have a negative effect on the result of the company and originate from a non-compliance and are disregarded in the general accounting due to lack of data control and failure in identifying them.

Thus, determine the indirect costs by means of apportionment is not real in relation to the cost data preciseness in the companies, but determining the origin of those costs in order to work them aiming at its correct calculation and, subsequently, a reduction of the amount they represent. When it comes to soybean draining these costs can be summarized as follows on Table 5.



[<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/us/>]

Licensed under a Creative Commons Attribution 3.0 United States License

Table 5: Hidden Costs in Soy Transport due to the Stoppage of Tietê-Paraná Waterway

Activity	Reasons
Field	The combines lose on average 1% of operation volume
Storing	Birds, humidity, cleaning, rats, product deterioration, pests and insects: losses can reach 5%
Operation	Realease of vehicles for loading and shipping, inadequate equipment use, not properly trained staff
Transport	Restrictions to road traffic, gridlock in cities, breakdown, and maintenance caused by the aging of equipment, overload, adaptations in the wooden truck body, loss of grains along the journey, with rough roads and unsuitable truck bodies those losses can hit 2 % of all cargo.
Unloading	Due to waiting for the line for unloading in terminals, document checking, inspection, transshipping, another 2% is lost in the yard and other compartments in the ports.
Export	In the loading and unloading, another 2% is lost in the yard and other compartments in the ports.

Source: adapted from Freitas (2007); Souza et al. (2012), Machado (2012).

As can be seen in Table 5, the hidden costs can appear in all the operations (harvesting, storing, boarding process, procedures bureaucracy, outdated technology and low rate of equipment maintenance), and those costs can also be generated by the performance of unskilled staff.

Machado (2012) estimates that from the harvesting to the draining of soy, there is a loss from 5.95% to 15%. Among them, the hidden costs that represent operational matters are embedded in order 2 %, storing 5% and transport 5% (CARVALHO, 2015).

Based on the data found and considering that the annual soy draining volume by waterway mode, São Simão Port/GO to Pederneiras/SP, is 2 million metric tonnes of grains, the hidden costs from grains loss hit 119 to 300 thousand metric tonnes of soybean and it is equivalent to a loss between US\$ 33,002.13 and US\$ 83,275.28.



[<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/us/>]

Licensed under a Creative Commons Attribution 3.0 United States License

Measuring up these costs must be closely analyzed because the results obtained may represent an inaccurate percentage.

## 5. Conclusions

Waterways are an important mode of transport, for products with low benefit, for the unexpansive costs it represents. In this assignment, we identified that the direct, indirect and hidden costs for road mode transport as an alternative to the Tietê-Paraná Waterway corresponds to a meaningful increase.

In relation to the hidden costs, we conclude that they represent an increase of 10% in transportation costs, bearing in mind problems such as losses, delays and products that spoil along the transport.

However, the data gathered show that the rate of losses, which are considered as hidden costs, occur between 5.95% and 15,00%, which is above the maximum accepted by FAO (Food and Agriculture Organization) which suggests that they be below 13% (FAO, 2015).

In order to reduce those losses, cut down on the direct, indirect and hidden costs and increase soybean producer's competitive, operations to normalize navigation level for Tietê-Paraná Waterway are necessary. Water flow reduction of three hydropower plants in order to raise the level of the reservoirs along Paraná River thus making it possible to continue navigation through this waterway.

The road mode alternative has been proven not to be suitable because the freight cost variation, journey time, and reliability is too large, over encumbering the operation.

Considering the importance of Tietê-Paraná Waterway, be it for competitively of an economic activity or for the development of a region, it is necessary to assess the need for investments in order to mitigate complications, both related to infrastructure or weather-related, as the drought we have been facing, for instance.

This work intended to assess the impact of the costs in the transference from waterway to Road mode, revealing the importance of a suitable transport structure and the need to study more deeply, aiming at precisely describing each step of the process and make a comparison of costs in relation to other countries which own the



same matrix of production, transport and storing and that can be more competitive showing smaller costs.

## 6. References

AMARAL, M.S.; CORDEIRO NETTO, O.M. (2013) Empreendimentos e atividades hidroviários: entraves históricos e questões ambientais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 20, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: ABRH, 2013.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS – ANTAQ (2014) **Anuário estatístico de 2013: navegação interior**. Brasília: ANTAQ, p. 48.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS – ANTAQ (2013) **Anuário Estatístico Aquaviário: Navegação Interior – cargas, empresas e frota**. Brasília: ANTAQ, p. 34.

BRASIL. Ministério dos Transportes (2013). Plano Hidroviário Estratégico – Relatório do Plano Disponível em: <<http://www.transportes.gov.br/-/conteudo/91224>> (Acesso em: 12 de out. 2015).

CARVALHO, D. (2009) Desperdício- Custo para todos - Alimentos apodrecem enquanto milhões de pessoas passam fome. **Revista Desafios do Desenvolvimento**. Ano 6, Ed. 54.

CARVALHO, R. O.; ROBLES, L. T.; ASSUMPÇÃO, M. R. P. A. (2010) Logística Integrada na Prestação de Serviços de Cabotagem: de porto a porto para o porta a port. In: Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais – SIMPOI, 13, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SIMPOI, 2010.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. (2011) **Gestão da cadeia de suprimentos: estratégia, planejamento e operações**. São Paulo: Pearson, p. 536.

DIAS, M. A. P (2010) **Administração de Materiais: uma abordagem logística**. São Paulo: Atlas, p. 544.

DUTRA, R. G. (2010) **Custos: uma abordagem prática**. São Paulo: Atlas, p. 448.

FOOD, NATIONS, A.O. of the U., DE LUCIA, M., ASSENNATO, D. (1994) Agricultural engineering in development: post-harvest operations and management of foodgrains, FAO Agricultural Services Bulletin. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível: <<http://www.fao.org/docrep/t0522e/T0522E04.htm#Post-harvest%20losses>>. (Acesso em: 12 de out. 2015).

FREITAS, J. B.; SEVERIANO FILHO, C. (2007) Apreciação dos custos ocultos do processo sucroalcooleiro em uma usina de álcool na Paraíba. **Revista Gestão Industrial**. v. 3, n. 1, p. 52-63.

INSTITUTO DE LOGÍSTICA E SUPPLY CHAIN – ILOS (2014) **Panorama Custos Logísticos no Brasil**. Rio de Janeiro: ILOS, p. 200.



[<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/us/>]

Licensed under a Creative Commons Attribution 3.0 United States License



OLIVA, J. A. B. (2009) Panorama das hidrovias brasileiras, In: Seminário Internacional sobre Hidrovias Brasil – Holanda, 1, Brasília, **Anais...** Brasília: Seminario ANTAQ, 2009.

KUSSANO, M. R.; BATALHA, M. O. (2012) Custos logísticos agroindustriais: avaliação do escoamento da soja em grão do Mato Grosso para o mercado externo. **Gestão da Produção**. São Carlos, v. 19, n. 3, p. 619-632.

MACHADO, S. T. (2012) **Perdas na produção de soja brasileira**: uma análise do ponto de vista da estratégia de rede de suprimentos enxuta. Especialização. Curitiba: UFPR.

POMPERMAYER, F.M.; CAMPOS NETO, C.A.S; DE PAULA, J.M.P (2014) **Hidrovias no Brasil**: perspectiva histórica, custos e institucionalidade. Rio de Janeiro: IPEA, p. 58.

PROTASIO, P. (2009) 15º Fórum da Associação Brasileira de Agribusiness. **Agroanalysis – Revista de Agronegócios da FGV**, jun. 2009, p. 36-41. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/agroanalysis/article/viewFile/26917/25790>. (Acesso em: 12 de out. 2015).

REIS, J. G, M., TOLOI, R. C., FREITAS, M.J. (2015) Análise da Viabilidade de Custos do Transporte de Soja de Mato Grosso via Hidrovia Tietê Paraná, In: 1º. Encontro Interestadual de Engenharia de Produção, 1, São João da Barra, **Anais...** São João da Barra: EINEPRO, 2015.

SALOMÃO, R. (2012). Transporte de soja fica mais barato no Brasil pela primeira vez desde 2003, aponta levantamento. Disponível em: <<http://www.canalrural.com.br/noticias/agricultura/transporte-soja-fica-mais-barato-brasil-pela-primeira-vez-desde-2003-aponta-levantamento-39222>>. (Acesso em 05 de out. 2015).

SILVA, P. C. P. da; FILHO, C. S. (2011) Ocorrência de custos ocultos em operações de serviços: insights sobre observação em uma sociedade de economia mista no Brasil, **Revista Gestão da Produção**, São Carlos, v. 18, n. 3, p. 499-508.

SOUZA, M. A.; ALBERTON, J. R.; MARQUEZAN, L. H. F.; MONTEIRO, R. P. (2011) Fatores de ocorrência de custos ocultos: estudo em uma cooperativa gaúcha agroindustrial de arroz, In: V Congresso da Associação Nacional dos Programas de Pós-Graduação em Ciências Contábeis, 5, Vitoria, **Anais...** Vitoria: ANPCONT, 2011.

SCHNEPF, R. D.; DOHLMAN, E.; BOLLING, C. (2001) **Agriculture in Brazil and Argentina**: developments and prospects for major field crops. USDA, p. 85.

TEIXEIRA, P. F. (2010) **Desempenho de terminais hidroviários do corredor logístico centro-oeste**: um estudo de multicascos. Dissertação (Mestre em Administração). Campo Grande: UFMS.

TOKARSKI, A. (2014) Navegação interior no Brasil e o avanço dos Investimentos públicos e privados, In: 1º Reunião de Câmara Temática de 2014, Brasília, **Anais...** Brasília: Reunião de Câmara Temática de 2014, ANTAQ, 2014.





TOMAZELA, J. M. (2014). No interior, seca quebra safras, para indústrias e encalha a hidrovia. Disponível em: <<http://saopaulo.estadao.com.br/noticias/geral,no-interior-seca-quebra-safras-para-industrias-e-encalha-hidrovia,1542806>>. (Acesso em 06 de out. 2015).

TREVISAN, K. (2015). Com seca, produtores trocam hidrovia por caminhões e têm prejuízo. Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/crise-da-agua/noticia/2015/03/com-hidrovia-fechada-transporte-em-caminhoes-gera-prejuizo-produtores.html>>. (Acesso em: 07 ago. 2015).

U.S. DEPT. OF AGRICULTURE – USDA. **Brazil Transportation Guide**. Washington, 2012.

WANKE, P. (2010) **Logística e transporte de cargas no Brasil**: produtividade e eficiência no Século XXI. São Paulo: Atlas, p. 200.

WORLD WIDE INLAND NAVIGATION NETWORK (2010). SOUTH AMERICA: Us inland waterways. WWINN.ORG. Available em: <<http://www.wwinn.org/us-inland-waterways>>. (Acesso em: 01 out. 2015).



#### **4.4 Resultados (4º. Artigo)**

O quarto artigo foi submetido a Revista South American Development Society Journal, tem como título Análise de Viabilidade dos Custos para a Reativação do Terminal de Conchas/SP na Hidrovia Tietê-Paraná e aguarda avaliação.

## **ANÁLISE DE VIABILIDADE DOS CUSTOS PARA A REATIVAÇÃO DO TERMINAL DE CONCHAS NA HIDROVIA TIETÊ PARANÁ**

**Moacir Freitas Junior – Fatec Zona Sul/UNIP**

bicimo@uol.com.br

**Rodrigo Carlo Toloi – IFMT/UNIP**

toloirodrigo@uol.com.br

**João Gilberto Mendes dos Reis – UNIP**

betomendesreis@msn.com

### **Resumo**

O transporte de grãos da produção até seus locais de transformação e/ou exportação tem no transporte sua maior dificuldade na cadeia de suprimentos. Apresentando a estrutura atual da Hidrovia Tietê-Paraná e, caracterizando os elementos de um projeto hidroviário. Este artigo teve como objetivo avaliar os custos com a reativação do terminal hidroviário localizado na cidade de Conchas/SP, apresentando suas vantagens, desvantagens e sua viabilidade no tocante aos custos, quando comparado e somado às despesas de transbordo e operação que ocorrem a partir da utilização dos modais rodoviário e ferroviário hoje, buscando alternativas para minimizar o impacto dos valores nessa movimentação, além da verificação do valor a desembolsar pela reativação desse terminal hidroviário. Os resultados indicam que a utilização trecho da Hidrovia Tietê-Paraná que liga Pederneiras/SP - Conchas/SP, permitirá além de uma significativa redução dos custos com o transporte, uma importante mitigação da emissão de GEE, que favoreceriam ao aumento da competitividade da produção brasileira.

**Palavras-chave:** Logística, soja, hidrovia, custo.

### **Abstract**

The transport of grain from the production to its processing and export sites has in transportation its greatest difficulty in the supply chain. Presenting the current structure of the Tietê-Paraná Waterway, and characterizing the elements of a waterway project, this article aimed to evaluate the costs with the reactivation of the water terminal located in the city of Conchas / SP, presenting its advantages, disadvantages and its viability in the When compared and added to the transshipment and operation expenses that occur from the use of road and rail modalities today, seeking alternatives to minimize the impact of the values in this movement, in addition to verifying the amount to be paid for the reactivation of this waterway terminal . The results indicate that the use of the Tietê-Paraná Waterway linking Pederneiras / SP - Conchas / SP, will allow a significant reduction in transportation costs and a substantial mitigation of GHG

emissions, which would favour an increase in the competitiveness of production Brazilian.

**Key Words:** Logistics, Soybean, Waterway, Cost.

## INTRODUÇÃO

O transporte hidroviário combina diferentes fatores e elementos, tais como os naturais, técnicos e os de organização, que inter-relacionados com o fator humano geram o aproveitamento desse sistema e a integração do espaço geográfico. Frente a essa temática, pela teoria das combinações geográficas de Choley (1964) é primordial que se considere o conjunto os cursos fluviais, os objetos presentes no espaço e as iniciativas da sociedade.

Costa (2001) em seu trabalho relata que todos os países que possuem grandes dimensões, como o Brasil, refletem um problema de transporte, pois é ele que obtém a integração e o crescimento das regiões mais afastadas. Dentre os meios disponíveis, o que mais se destaca, com características realmente polivalentes é a hidrovia.

Assim, a readequação das infraestruturas oferecidas, buscando otimizar os recursos materiais nas operações de gestão e logística são hoje uma necessidade, pois a dependência do transporte rodoviário em relação aos demais modais, encarece de sobremaneira os custos da cadeia de suprimentos.

No Brasil grande parte da produção agrícola nacional está voltada ao mercado externo, criando um *superávit* através das *commodities* e envolvendo altos volumes de carga. Neste contexto, o modal hidroviário aparece como modal de transporte ideal a ser expandido (FREITAS et al., 2015).

Grande produtor e exportador de *commodities*, o Brasil destaca-se quanto ao volume de produção de grãos e, com a grande necessidade de escoar tais produtos principalmente a soja, justificando-se assim o investimento na ampliação do sistema hidroviário, possibilitando assim a redução dos custos de transporte, principalmente de grãos e obtendo ganhos econômicos e ambientais.

O transporte hidroviário, mesmo necessitando de intermodalidade para o seu melhor funcionamento e apresentando uma baixa velocidade no transporte, oferece grandes vantagens em relação aos demais modais de transporte, tanto no ponto de vista econômico (apresentando baixo custo do frete de transporte e grande

capacidade de cargas), quanto no ponto de vista de sustentabilidade (pois é um sistema menos poluente).

Além dos fatores econômicos e ambiental do sistema, é necessário considerar outras variáveis que apontam para as vantagens na utilização do modal hidroviário. A Tabela 1 apresenta variáveis que sinalizam para uma maior viabilidade do modal.

Tabela 1. Vantagens na utilização do modal hidroviário.

<b>Maior</b>	<b>Menor</b>
- Eficiência energética	- Consumo de combustível
- Capacidade em concentrar cargas	- Emissão de poluentes
- Durabilidade da infraestrutura	- Congestionamento tráfego
- Período de utilização dos veículos	- Custo da infraestrutura
- Durabilidade dos equipamentos	- Número de acidentes
- Segurança da carga	- Custo de operação
- Controle fiscal	- Volume de ruído

Fonte: Freitas et al, 2016

O Brasil, embora possua uma extensa rede hidrográfica, apresenta um uso inexpressivo do sistema hidroviário comparado com a Europa e os Estados Unidos, Tabela 2.

Tabela 2: Comparação do transporte Hidroviário: Brasil x EU x União Europeia

<b>Aspecto</b>	<b>União Europeia</b>	<b>Estados Unidos</b>	<b>Brasil</b>
Tamanho em km <sup>2</sup>	10.180.000	9.826.675	8.514.877
Extensão das hidrovias em Km	51.668	41.009	41.994
Extensão das hidrovias navegáveis (utilizadas para comércio) em Km	UE25: 37.200 UE27 2008: 40.929	19.312	20.956
Carga anual transportada pelo THI	Reno: 310 milhões de toneladas	Mississipi: 483 milhões de toneladas	Brasil total: 25 milhões de toneladas
Tamanho da frota quantidade de embarcações)	17.679	40.512	857

Adaptado de Ministério dos Transportes (2016).

A Tabela 2 demonstra que o Brasil tem potencial e malha hidroviária superior ao dos Estados Unidos, mas concentra quase 60% da sua matriz de transporte no modal rodoviário (POMPERMAYER, CAMPOS NETO e DE PAULO, 2014).

Como exemplo, a Hidrovia Tietê-Paraná, encontra-se subutilizada e com infraestrutura ainda incipiente, necessitando de investimentos para que seu funcionamento possa ser otimizado, promovendo sobremaneira o transporte de cargas.

Neste sentido este estudo, tem como objetivo identificar os impactos no transporte de grãos obtidos com a ativação do terminal e da Hidrovia Tietê-Paraná ligando a linha férrea na cidade de Conchas/SP.

A partir do objetivo principal surgem os objetivos secundários que orientaram a realização deste estudo. Assim os objetivos específicos propostos são:

- Apresentar o cenário atual da logística de transporte pela Hidrovia Tietê-Paraná;
- Verificar quais são as principais mercadorias transportadas pela Hidrovia Tietê-Paraná;
- Estimar o custo para a reativação do terminal de Conchas;
- Estimar o impacto da reativação do trecho da Hidrovia, no transporte de grãos.

## **METODOLOGIA**

Este trabalho consiste em uma pesquisa exploratória, com característica descritiva que pretende realizar um levantamento dos impactos gerados pela reativação do Terminal Pederneiras/SP - Conchas/SP, simulando uma forma alternativa para o escoamento da produção de grãos até o porto de Santos.

O estudo ainda consistiu na realização de uma pesquisa bibliográfica, para fosse possível identificar:

- a) O cenário atual da logística de transporte pela Hidrovia Tietê-Paraná;
- b) As principais mercadorias transportadas e os respectivos volumes movimentados
- c) Por fim, descreveu os impactos gerados no transporte com a reativação do trecho da Hidrovia Tietê-Paraná que liga Pederneiras/SP - Conchas/SP.

## HIDROVIAS BRASILEIRAS

O Brasil possui grande potencial hidroviário, a ser melhor explorado. A Tabela 3, demonstra que, as hidrovias utilizadas para o transporte de cargas no País, tem sua utilização reduzida, podendo ser ampliada a sua utilização. Segundo o Ministério dos Transportes (2016), as principais hidrovias no Brasil são: São Francisco, Madeira, Paraná/Tietê, Tocantins/Araguaia e Paraguai/Paraná.

Tabela 3 - Rede Hidroviária brasileira

Bacia	Estados	Extensão Aproximada em Km			Rios
		Potencial			
		Navegável	Potencial	Total	
Amazônica	AM, PA, AC, RO, RR e AP	18.300,00	723,50	19.023,5	Amazonas, Solimões, Negro, Branco, Madeira, Purus, Juruá, Tapajós, Teles, Pires e Guaporé
Nordeste	MA e PI	1.740,00	2.975,00	4.715,0	Meariam, Pindaré, Itapecuru, Parnaíba e Balsas.
Tocantins/Araguaia	TO, MA e GO	2.200,00	1.300,00	3.500,0	Tocantins, Araguaia e das Mortes.
São Francisco	MG, BA, PE e SE	1.400,00	2.700,00	4.100,0	São Francisco, Grande e Corrente.
Leste	MG, ES e RJ	-	1.094,00	1.094,0	Doce, Paraíba do Sul e Jequitinhonha.
Paraná	SP, PR e SC	1.900,00	2.900,00	4.800,0	Paraná, Tietê, Paranaíba, Grande, Ivaí e Ivinhema.
Sudeste	RS	600,00	700,00	1.300,0	Jacuí, Taquari, Lagoa dos Patos e Lagoa Mirim.
Uruguai	RS e SC	-	1.200,00	1.200,0	Uruguai e Ibicuí.

Fonte: Oliva (2016).

A Hidrovia São Francisco, tem potencial para expandir em 193% a sua extensão saindo dos atuais 1.400 km para 4.100km. Essa expansão poderia melhorar a

competitividade no escoamento da produção dos Estados de Minas Gerais, Bahia, Pernambuco e Sergipe.

A Hidrovia Nordeste que atualmente possui 1.740 km navegais poderia expandir a sua extensão em 171% e assim chegando aos 4.715 km, contribuindo com o escoamento da produção dos Estados do Piauí e Maranhão, atualmente considerados uma das últimas fronteiras agrícolas.

A Hidrovia Tietê-Paraná, também possui grande potencial ainda a ser explorado, podendo sair dos atuais 1.900 km e atingindo os 4.800 km, um acréscimo de 153%.

A Hidrovia Tocantins-Araguaia pertence ao corredor Centro Norte e é dividida em quatro tramos, Peixe à Marabá, Marabá à foz do Tocantins, Baliza à Conceição do Araguaia deste último à foz do Araguaia perfazendo um total de 1021 km.

A Hidrovia Paraguai-Paraná tem 1031 km. Começando no município de Cáceres/MT segue até o Uruguai na cidade de Nueva Palmira. A Figura 1, apresenta no mapa brasileiro essas hidrovias.

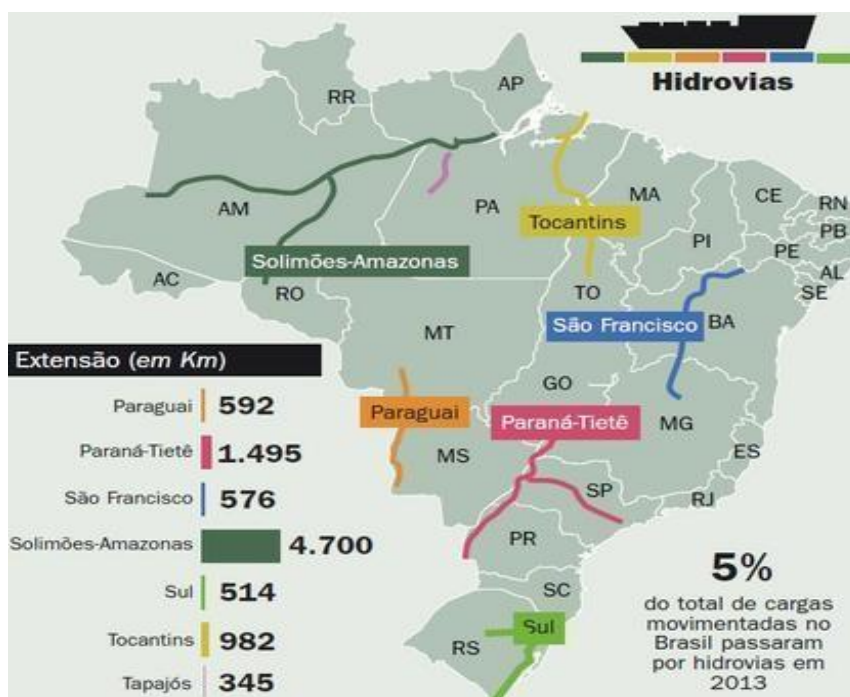


Figura 1. Mapa Hidroviário e Extensão das Hidrovias brasileiras. Fonte: Santos (2014)



As condições das Hidrovias brasileiras são comuns, estando distante do seu melhor aproveitamento, sendo necessário a realização de investimentos. Freitas et.al. (2016) afirma que sua utilização para escoamento de cargas a longas distâncias é mínima no Brasil. Isso deve-se principalmente pelas ações governamentais que priorizaram a construção de rodovias a partir de 1956 fazendo que nossa matriz de transporte hoje seja representada em 60% pelo transporte rodoviário (MENDONÇA, 2006; POMPERMAYER, CAMPOS NETO e DE PAULO, 2014).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Cenário atual da logística de transporte pela Hidrovia Tietê-Paraná;

O sistema da Hidrovia Tietê-Paraná além de possuir 2.400 quilômetros de vias navegáveis entre as cidades paulistas de Conchas e Piracicaba (SP), permite a interligação dos estados de Goiás com Minas Gerais; Mato Grosso do Sul com o Paraná e o Paraguai. Possui ainda instalada no seu leito seis usinas hidrelétricas e oito eclusas no rio Tietê, quatro usinas e duas eclusas no rio Paraná, 23 pontes, 19 estaleiros e 30 terminais intermodais privados (recepção e transformação, armazenagem e transferência), conforme dados da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ, 2013).

Esta infraestrutura mostra-se como alternativa econômica para o transporte de cargas, além de também propiciando o reordenamento da matriz de transportes da região Centro-Oeste do estado de São Paulo, impulsionando o desenvolvimento regional de cidades como Barra Bonita e Pederneiras (TEIXEIRA, 2010).

Os terminais privados de Pederneiras/SP, Anhembi/SP e Santa Maria da Serra/SP destacam-se na distribuição de grãos e farelos criando novos empregos e renda para a região, conforme Tabela 4.

Tabela 4. Transporte de Soja em Toneladas nos Principais Terminais

TERMINAL	2011	2012	2013	2014
PEDERNEIRAS	899.427	910.535	821.172	301.080
ANHEMBI	174.066	57.144	247.726	110.230
SANTA MARIA DA SERRA	94.724	92.047	95.963	80.687
<b>TOTAL</b>	<b>1.168.217</b>	<b>1.059.726</b>	<b>1.164.861</b>	<b>491.997</b>

Fonte: Adaptado de ANTAQ (2015)

A redução acentuada no transporte de soja por meio da hidrovia, em 2014, relaciona-se com às condições climáticas da região sudeste. A falta de chuvas contribuiu para o baixo nível de profundidade da via, causando restrições a navegação.

#### **Principais mercadorias transportadas pela Hidrovia Tietê-Paraná;**

A Hidrovia Tietê-Paraná participa de forma significativa no transporte de produtos do agronegócio brasileiro, o Quadro 1, descreve os principais produtos que foram movimentados pela Hidrovia Tietê-Paraná no período de 2012 a 2015.

Quadro 1: Principais Produtos Movimentados pela Hidrovia Tietê-Paraná

PRODUTOS	MOVIMENTAÇÃO (toneladas)					(%)
	2012	2013	2014	2015 (*)	TOTAL	
CANA DE AÇÚCAR	902.118	767.557	899.184	960.281	3.529.140	16,3
SOJA	1.059.726	1.164.861	491.997	-	2.716.584	12,5
FARELO DE SOJA	374.256	300.056	62.402	-	736.714	3,4
CELULOSE	-	200.696	72.423	-	273.119	1,3
MADEIRA	-	462.349	121.298	-	583.647	2,7
MILHO	802.210	956.811	-	-	1.759.021	8,1
AREIA	1.181.601	1.148.778	1.233.213	1.075.155	4.638.747	21,4
<b>TOTAL TIETÊ</b>	<b>4.319.911</b>	<b>5.001.108</b>	<b>2.880.517</b>	<b>2.035.436</b>	<b>14.236.972</b>	<b>65,7</b>
AREIA	1.327.077	866.928	1.254.701	1.842.400	5.291.106	24,4
SEMENTES	2.051	469	3.497	400	6.417	0,0
PNEU/MÁQUINAS	3.569	6.100	4.979	6.224	20.872	0,1
CALCÁRIO/ADUBO	103.280	78.917	78.953	65.464	326.614	1,5
SOJA	35.141	21.209	59.093	21.467	136.910	0,6
MILHO	313.584	286.033	331.477	280.184	1.211.278	5,6
TRIGO	56.156	-	21.500	-	77.656	0,4
MADEIRA/CARVÃO	-	-	-	37.650	37.650	0,2
MANDIOCA	15.175	-	6.079	11.645	32.899	0,2
CANA DE AÇÚCAR	-	-	-	260.000	260.000	1,2
OUTROS	5.152	9.837	4.333	14.108	33.430	0,2
<b>TOTAL PARANÁ</b>	<b>1.861.184</b>	<b>1.269.493</b> <b>1.764.612</b>	<b>2.539.542</b>	<b>7.434.831</b>	<b>34,3%</b>	
<b>TOTAL GERAL</b>	<b>6.181.094</b>	<b>6.270.601</b> <b>4.645.129</b>	<b>4.574.978</b>	<b>21.671.802</b>	<b>100,0%</b>	

\*valores menores de carga devido estiagem que paralisou grande parte da rede

Fonte: adaptado de (DHSP, 2016)

Dentre os produtos que foram transportados pela Hidrovia, excluem-se a areia, pneus/maquinários e calcário/adubos, que não são produtos oriundos do agronegócio. Os demais produtos movimentados na hidrovia são produzidos pela agropecuária brasileira, e tem como destino principal o mercado externo.

A soja e seus derivados ocupam posição de destaque entre os produtos que são transportados via Hidrovia Tietê-Paraná, sendo responsável, somando-se os dois tramo, por 16,6% de toda a movimentação existente, ficando atrás apenas da Cana de Açúcar que é responsável por 17,5% da movimentação (FELIPE JUNIOR; SILVEIRA, 2009).

### **Breve Histórico do Terminal de Conchas**

Construído em 1999, o terminal tem capacidade de receber 500 toneladas de carga por hora, que após descarregadas, barcas são carregadas com fertilizantes e calcário para o retorno (FELIPE JUNIOR; SILVEIRA, 2009).

Pertencente a Companhia Nacional de Armazéns Gerais Alfandegados - CNAGA, tem 214 mil m<sup>2</sup>, um píer de 12x10, 4 *dolphins* entre 24 e 72 metros, dois silos com capacidade de 3.300 tons. Cada um, um silo pulmão de 80 tons, o acesso via modal rodoviário é feito por uma via asfaltada de 22 km.

Apesar da necessidade da retificação de algumas curvas no trajeto, por um estudo da CESP – Companhia Energética de São Paulo, 95% da frota pode circular normalmente. De toda carga transportada na Hidrovia Tietê-Paraná, 39% é representado pela soja, quando navegável, sua estrutura hoje gera 1,6 mil empregos (DHSP, 2016).

Segundo o DHSP (2016), o porto de Conchas não opera por falta de demanda, uma vez que é possível navegar nesse trecho do Rio Tietê com uma barcaça, único empecilho para os 5% da frota, seria o desmembramento dos comboios, gerando uma operação que tem a duração de três horas, o que mesmo não operacional a termo, poderiam circular nessa condição. A retificação do canal navegável até Conchas é objeto de licenciamento ambiental.

O Porto de Conchas desativado, não que este seja o motivo, pois já existe licença ambiental para sua operação, passou a ser colocado pelos ambientalistas como um dos motivos para a oposição ao projeto de ampliação da hidrovia no Rio Piracicaba. Com a sua utilização, teria-se um acréscimo em produtividade da ordem de 192.000 toneladas de movimentação de grãos a mais no ano (FELIPE JUNIOR; SILVEIRA, 2009).

### Custo para Reativação e Manutenção do Terminal de Conchas

Para efeito de análise, o que difere na tomada de decisão na escolha pela implantação de um modal é o, custo de implantação e manutenção e o tempo de vida útil que cada modal apresenta. A Tabela 5 descreve os custos para a construção, manutenção e a vida útil dos principais modais utilizados no Brasil.

Tabela 5: Comparativo de custos de Infraestrutura/Construção dos modais.

Custo de Implantação/Custo da Vida Útil	HIDRO	FERRO	RODO
Média de Construção Via (US\$/Km)	34000	1400000	440000
Custo de Manutenção da Via	BAIXO	ALTO	ALTO
Custo da Vida Útil da Via	ALTA	ALTA	BAIXA
Vida Útil Equipamentos/Veículos (Anos)*	50	30	10
*% Menor Em Relação Ao Hidroviário	X	> 40%	> 80%

Fonte: Ministério dos Transportes (1997)

Diante da observação da Tabela 5 nota-se que o modal que apresenta maior vantagem é o hidroviário porque levando em consideração o custo para manutenção em US\$/km, o modal hidroviário é 41 vezes menor que o ferroviário, e 13 vezes menor que o rodoviário. Além de ter sua vida útil 40% maior que o modal ferroviário, e 80% maior quando comparado ao rodoviário.

Os custos ligados aos veículos e ao combustível sofrerão pouca influência do volume a ser transportado enquanto os custos de infraestrutura (implantação e manutenção) serão rateados pelo volume transportado. A lógica que aparece nesse caso é a de que, quanto maior for o volume a ser transportado, menor deverá ser o custo unitário (por tonelada) relacionado à infraestrutura.

Considerando somente os custos operacionais com veículos, combustível e transferências de carga, não levando em conta aqueles associados à implantação da infraestrutura viária, o custo da hidrovía fica em torno de R\$ 16/tonelada, um pouco mais elevado que a ferrovia (POMPERMAYER; CAMPOS NETO; DE PAULA, 2014).

A Figura 2 mostra a situação de menor custo do transporte hidroviário em rios naturalmente navegáveis. Existem rios que carecem de algum ajuste de seus leitos para permitir seu maior aproveitamento para a movimentação em larga escala. Quando o volume de intervenções é maior, as hidrovias têm o custo próximo ao das ferrovias.

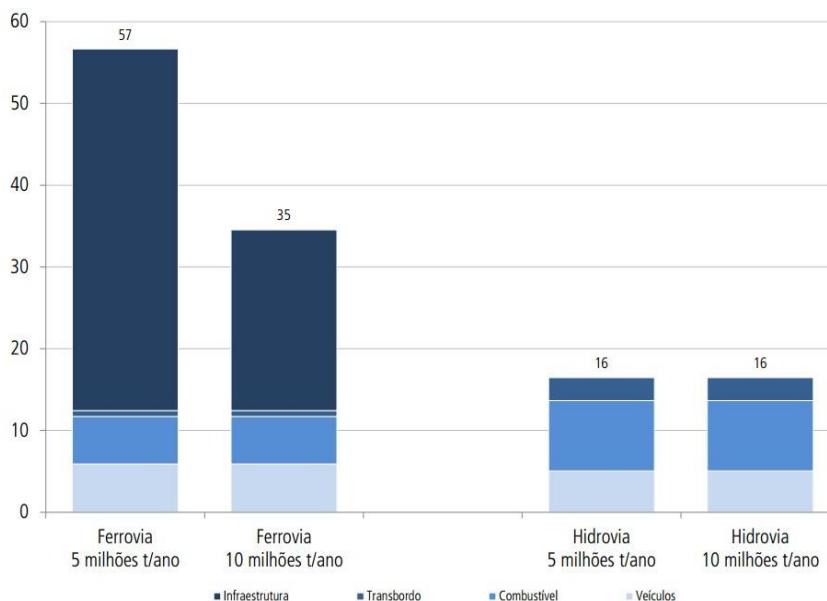


Figura 2. Comparação de custos entre ferrovia e rio navegável. Fonte: Pompermayer; Campos Neto; De Paula (2014)

### **Impacto Ambiental Gerado com a Reativação do Trecho da Hidrovia Tiete-Paraná Que Liga Pederneiras/SP - Conchas/SP**

A matriz logística brasileira é extremamente dependente do transporte rodoviário, fato que pode ser considerado um problema a ser resolvido não só do ponto de vista econômico, mas também pela ótica do consumo energético e dos impactos ambientais.

Entre todos os setores que emitem CO<sub>2</sub>, o setor de transportes é o que está crescendo mais rapidamente, representando de 22 a 24% das emissões globais dos gases de efeito estufa de fontes de combustíveis fósseis (JOÃO & JOÃO, 2008).

Por apresentar um consumo energético acima da média mundial o setor de transportes brasileiro aparece como um problema no que se refere às emissões de Gases de Efeito Estufa – GEE sobretudo de seu principal gás, o Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) (ANDRADE, 2011).

Neste sentido utilização do trecho da Hidrovia Tiete-Paraná que liga Pederneiras/SP - Conchas/SP possibilitaria uma redução na utilização do modal

rodoviário, e consequentemente uma mitigação na emissão de GEE. Com maior capacidade de carga por unidade de transporte, o modal hidroviário também apresenta vantagens conforme a Tabela 6.

Tabela 6. Quantidade de Veículos que seriam utilizados para o Transporte do Volume movimentado na Hidrovia Tietê-Paraná

<b>Modal</b>	<b>Volume Transportado*** (ton)</b>	<b>Capacidade de Carga do Modal (ton)</b>	<b>Quantidade de Veículos Utilizados (Un)</b>
<b>*Hidroviário</b>	21.671.802	6.000	3.612
<b>**Ferroviário</b>	21.671.802	70	309.597
<b>***Rodoviário</b>	21.671.802	35	619.194

\* Composição de um comboio com 4 chatas e um empurrador; \*\* vagões com capacidade de carga de 70 toneladas; \*\*\* Carretas Bi-trem graneleiras, com capacidade de 35 toneladas.

\*\*\* no tópico volume transportado foi considerada toda a movimentação entre os anos de 2012 a 2015  
Fonte: Adaptado de Perrupato (2009).

A Tabela 6 indica que o volume de carga movimentada pela Hidrovia Tietê-Paraná de 2012 a 2015 foi de 21.671.802 toneladas. Para transportar esse volume, pelo modal hidroviário foram necessários 3.612 comboios de 4 chatas e um empurrador.

Caso o volume fosse transportado pelo modal ferroviário, seriam necessários 309.597 vagões de capacidade de 70 toneladas, e ainda caso o volume fosse transportado pelo modal rodoviário seriam utilizados 619.194 caminhões Bi-trem com capacidade de 35 toneladas. Essa redução no número de veículos utilizados para transporte de cargas reflete diretamente na economia de combustível e na redução na emissão de GEE.

O modal hidroviário apresenta na sua estrutura geral um transporte sustentável de cargas uma vez que por exemplo no modal rodoviário, são transportadas por grande quantidade de caminhões nas cidades elevando os níveis de congestionamento, provocando lentidão nas viagens, aumento no número de acidentes e na poluição ambiental. A utilização desse modal faz com seja emitido muitos gases poluentes, além de gerar ruído e calor (RAMOS et al., 2014).

A Tabela 7 mostra que se utilizando do modal hidroviário tem-se uma redução de 170% na emissão de CO<sup>2</sup> por KG/1000 TKU quando comparado ao ferroviário e de 580% no caso do transporte rodoviário.

Tabela 7. Transporte Sustentável de Cargas.

<b>MODAL / CONSUMO</b>	<b>COMBUSTÍVEL L/1000 TKU</b>	<b>EMIÇÃO CO<sub>2</sub>** KG/1000 TKU</b>
HIDROVIÁRIO	5	20
FERROVIÁRIO	10	34
RODOVIÁRIO	96	116

Fonte: Adaptado de Ramos et al., (2014).

\*\*DOT/Maritime e TCL

Reduzir a emissão de poluentes na utilização de recursos, melhora o desempenho das atividades, diminui os custos operacionais, otimizando procedimentos que visam melhorar a qualidade de vida dos funcionários além de divulgar a empresa que poderá agregar tais atitudes quando da divulgação pela empresa num programa mercadológico.

Com a utilização efetiva do transporte hidroviário, as empresas tornam os processos mais sustentáveis, valorizando todos as pessoas envolvidas no processo (acionistas, colaboradores, clientes e a própria comunidade).

Visão ambiental social e moderna, transforma-se em fator determinante para o sucesso das empresas, pois estimula a capacidade de interação e integração com a sociedade e com o meio ambiente, aumentando a competitividade.

#### **Impacto Econômico Gerados com a Reativação do Trecho da Hidrovia Tiete-Paraná que liga Pederneiras/SP - Conchas/SP**

Considerando o impacto econômico gerado pela utilização de outros modais no trajeto considerado, é percebida a grande vantagem da utilização do hidroviário que representa respectivamente um custo 700% menor quando utilizado o ferroviário e 1100% se trabalhado no modal rodoviário, a Tabela 8 mostra essa diferença apresentando os valores considerados para um custo unitário do transporte de uma tonelada por km.

Tabela 8. Custo do transporte de Acordo com o Modais disponíveis

<b>Modal</b>	<b>Volume Transportado*** (ton)</b>	<b>Distância Percorrida (km)</b>	<b>Custo Unitário (R\$/ton/km)</b>	<b>Custo Total de Transporte</b>
<b>Hidroviário</b>	21.671.802	110	R\$ 0,01	R\$ 23.838.982,20
<b>Ferrovário</b>	21.671.802	110	R\$ 0,07	R\$ 166.872.875,40
<b>Rodoviário</b>	21.671.802	110	R\$ 0,11	R\$ 262.228.804,20

\*\*\* no tópico volume transportado considerada toda a movimentação entre os anos de 2012/ 2015

Fonte: Adaptado de Reis et al. (2015)

De acordo com a Tabela 8 a utilização do trecho da Hidrovia Tietê-Paraná que liga Pederneiras/SP - Conchas/SP, que é equivalente a 110 quilômetros possibilitaria um ganho de competitividade significativo, devido especialmente a redução no custo com o transporte, uma vez que as commodities brasileiras que são exportadas perdem competitividade assim que saem da porteira das fazendas (OMETTO, 2006; TOLOI et al., 2016).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo possibilitou identificar quais são os principais produtos e os respectivos volumes movimentados pela Hidrovia Tietê-Paraná. Dentre os principais produtos estão as commodities soja e o milho, produtos de baixo valor agregado que representam metade do volume trabalhado nesta via.

A ativação do Terminal de Conchas, não demandaria maiores custos uma vez que já está pronto e não dependerá de nenhuma intervenção mais efetiva, ter-se-ia um ganho de volume representado por 500 toneladas/hora/dia de carga a mais movimentada na Hidrovia, proporcionando um volume total 80.000 toneladas/mês.

Com isso seria reduzido o volume, que atualmente é direcionado ao modal rodoviário, reduzindo os custos além de minimizar os problemas com o meio ambiente pela baixa geração de partículas de CO<sub>2</sub>, eliminando-se também os custos ocultos como por exemplo, com o tempo de espera dos caminhões para descarga no Porto de Santos/SP.



Desse modo a utilização da hidrovia poderia representar uma importante redução dos custos de transporte e aumento da competitividade da produção de grãos brasileira frente ao mercado internacional.

Por fim, as evidências aqui levantadas, sugerem que as vantagens da utilização do trecho da Hidrovia Tietê-Paraná que liga Pederneiras/SP - Conchas/SP, possibilitaria maior capacidade de carga, uma redução no número de veículos em trânsito, ganho de eficiência do uso energético para movimentação de cargas e consequentemente aumento na competitividade da produção nacional frente ao mercado externo.

## REFERÊNCIAS:

ANDRADE, A. L. C.; MATTEI, L. Consumo Energético e Emissões de CO<sub>2</sub>: Uma Análise do Setor de Transportes Brasileiro. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 39., 2011, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: ANPEC, 2011.

ANTAQ, A. N. DE T. A. **Hidroviás Brasileiras, Indicadores do Transporte de cargas:**

tonelada útil (t)ve tonelada kilometro útil (TKU). Brasília: [s.n.].

ANTAQ, A. N. DE T. A. **TKU da navegação interior e de cabotagem – 2014**. Brasília: Agencia Nacional de Transportes Aquaviários - ANTAQ, 2015. Disponível em: <[http://www.antaq.gov.br/portal/pdf/EstatisticaNavInterior/Transporte\\_de\\_Cargas\\_Hidroviás\\_Brasileiras\\_2015TKU.pdf](http://www.antaq.gov.br/portal/pdf/EstatisticaNavInterior/Transporte_de_Cargas_Hidroviás_Brasileiras_2015TKU.pdf)>.

COSTA, Luiz Sergio Silveira. **As Hidroviás Interiores no Brasil**. 2º edição, Editora Femar, 2001.

CHOLLEY, A. **Observações sobre alguns pontos De vista geográficos. Brasil: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 1964**. Disponível em: <[http://geografiaeconomicaesocial.ufsc.br/files/2016/04/Boletim\\_Geografico\\_1964\\_v22\\_n180\\_-\\_texto\\_CHOLLEY\\_2.pdf](http://geografiaeconomicaesocial.ufsc.br/files/2016/04/Boletim_Geografico_1964_v22_n180_-_texto_CHOLLEY_2.pdf)>.

DHSP. **Carga Transportada na Hidrovia Tietê-Paraná**. Disponível em: <<http://www.dh.sp.gov.br/carga-transportada/>>. Acesso em: 22 nov. 2016.

FREITAS, M.J., REIS, G.M., TOLOI, R.C., VENDRAMENTO, O., **Waterways Cargo Transportation: A Comparison between Brazil and the United States**, 6º.ILS, BORDEAUX, FRANCE, 2016

FELIPE JUNIOR, N. F.; SILVEIRA, M. R. A Hidrovia Tietê-Paraná e o Porto Intermodal de Pederneiras-SP: Transporte de Cargas e Participação do Capital Privado. **Geosul**, v. 24, n. 47, 2009.

JOÃO, M. M., & JOÃO, D. M. Transportes e Emissões de CO<sub>2</sub>: Uma Abordagem Baseada na Metodologia do IPCC. **INGEPRO**, pp. 109-118, 2008.

Ministério dos Transportes - MT. **Banco de Informações e Mapas de Transporte - BIT**. Disponível em: <<http://www.transportes.gov.br/bit/hidro/hidro.htm>>. Acesso em: 21 de nov. 2016.

OMETTO, J. G. S. Os gargalos da agroindústria. **O Estado de São Paulo**, p. B2, 22 maio 2006.

OLIVA, José Alex Bôtelho de. **Panorama das Hidrovias Brasileiras**. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br/portal/pdf/Palestras/SeminarioBrasilHolanda/04Marco/PalestraAlexOlivaBrasilHolanda.pdf>>. Acesso em: 21 nov. de 2016.

PERRUPATO, M. **Seminário Internacional de Hidrovias Brasil-Holanda**. Brasília: MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, 2009.

POMPERMAYER, F. M.; CAMPOS NETO, C. A. S.; DE PAULA, J. M. P. **Hidrovias no Brasil: perspectiva histórica, custos e institucionalidade**. Rio de Janeiro - RJ: IPEA, 2014.

RAMOS, Samantha Avance Pereira; CARDOSO, Patrícia Alcântara; CRUZ, Marta Monteiro da Costa. Atributos Considerados sobre Sustentabilidade no Transporte Rodoviário de Carga. **Anais..** do XXVIII Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte, ANPET, Curitiba, v.1, 2014.

REIS, J.G.M. dos, Toloi, R.C., Freitas, M.F., **Análise da Viabilidade do Transporte de Soja de Mato Grosso via Hidrovia Tietê-Paraná**, 1º Einepro, São João da Barra-RJ, 2015.

SANTOS, B. Rios de oportunidades. Disponível em: <<http://dinheirorural.com.br/secao/agronegocios/rios-de-oportunidades>>. Acesso em: 22 nov. 2016.

TEIXEIRA, Paulo Eduardo Ferlini. **Desempenho de Terminais Hidroviários do Corredor Logístico Centro-Oeste: Um Estudo de Multicasos**. Dissertação de Mestrado. Campo Grande: UFMS, 2010.

TOKARSKI, Adalberto. Hidrovias Brasileiras. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br/portal/pdf/palestras/Mar0722PalestraENEPHAdalberto.pdf>> Acesso em: 21 nov. de 2016

TOLOI, R. C. et al. Confronto da Competitividade da Soja de Mato Grosso e de Illinois nos Estados Unidos. **Anais...** do XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, ENEGEP, João Pessoa, 2016.

## 5 Conclusões

O presente trabalho apresentou uma análise dos custos logísticos e viabilidade operacional da Hidrovia Tietê-Paraná. A dependência do modal rodoviário é patente e historicamente, sua utilização foi substituindo o hidroviário e ferroviário a partir do governo Juscelino Kubitschek. Entretanto o uso da hidrovia possibilitaria uma grande redução dos custos operacionais no transporte de cargas em relação aos demais da matriz brasileira de transportes.

Todo investimento direcionado à infraestrutura da Hidrovia Tietê-Paraná reverter-se-ia no desenvolvimento da região de sua abrangência, gerando empregos e renda à população, num cenário onde a maioria dos produtos transportados tem baixo valor agregado (*commodities*).

A Logística é um dos maiores entraves para o desenvolvimento econômico no Brasil, principalmente quando comparado aos Estados Unidos, país com dimensões geográficas parecidas e cuja matriz modal de transporte é bastante diferenciada e o modal hidroviário apresenta uma vantagem competitiva, já que aproveitam 57% do seu potencial contra apenas 26% do Brasil.

Tal diferença se faz evidente no volume de cargas movimentadas pelos americanos cuja média anual é de 483 milhões de toneladas, enquanto os brasileiros atingem 25 milhões.

Fato é que no Brasil os investimentos realizados em infraestrutura não seguem os avanços do setor produtivo sendo necessário o estudo de alternativas no direcionamento para o modal hidroviário.

Na Europa, a hidrovia é um dos principais modos de transporte de cargas e passageiros, equipara-se ao modal ferroviário no percentual de utilização devido aos pontos de convergência que ligam as principais capitais, tendo investimentos constantes por parte do governo. Exemplo maior de sua utilização é o Porto de Rotterdam que tem quase metade de sua movimentação de cargas, originadas desse modal de transporte. São movimentadas anualmente por essa rede um volume de 300 milhões de toneladas de cargas.

Buscando-se uma alternativa, uma simulação da viabilidade do transporte hidroviário para a movimentação da soja em Mato Grosso voltada para os aspectos que envolvem custos, este último teve um acréscimo, mesmo apresentando um valor atrativo. Isso ocorreu devido ao reduzido trecho disponível de hidrovia para transporte no cenário utilizado. Denotou-se a necessidade de cumprir dois terços do trajeto via rodovias com os custos aumentando em relação à atual rota cumprida pelos produtores de MT.

Mostra-se necessário também considerar-se em maiores detalhes as restrições da operação como tempo de transporte, velocidade, volume, confiabilidade e capacidade. Aplicando-se técnicas de Pesquisa Operacional ou um Modelo de Simulação. Pretende-se em estudos futuros utilizar Pesquisa Operacional ou um Modelo de Simulação Discreta para verificação dessa análise de viabilidade.

Importante modal de transporte quando se trata de produtos de baixo valor agregado, a hidrovia torna-se importante alternativa pelo reduzido custo que representa. Quando identificado os custos diretos, indiretos da utilização do transporte rodoviário em alternativa ao uso da hidrovia percebe-se um acréscimo significativo.

Em relação aos custos ocultos, este estudo mostrou que representam um acréscimo de 10% no custo de transporte, visto os problemas com perdas, atrasos e produtos que se estragam no processo de transporte.

Contudo, o levantamento realizado demonstrou que os índices de perdas, que incorrem como custos ocultos, ocorrem entre 5,95% e 15,00%, índice acima do aceito pela Fundação da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação – FAO, que sugere que sejam inferiores a 13%. Sujeita a condições naturais e tomando-se como exemplo a Hidrovia Tietê-Paraná, quando dos períodos de estiagem, torna-se necessário minimizar os custos diretos, indiretos e ocultos e ainda aumentar a competitividade dos produtores de soja, realizando operações para normalizar o nível de navegação reduzindo a vazão de água de três usinas hidrelétricas para conseguir elevar o nível dos reservatórios ao longo do Rio Paraná e assim retomar a navegação pela hidrovia. No último período houve uma paralisação que durou vinte meses, de maio/2014 a dezembro/2015.

Nessa ocasião a competitividade da alternativa rodoviária mostrou-se pouco adequada, pois a variação dos valores de frete, tempos de percurso e confiabilidade é muito grande, onerando sobremaneira a operação. O maior impacto dos custos está na transferência do modal hidroviário para o modal rodoviário, evidenciando-se a importância de uma estrutura de transporte adequada.

Cultivados no Centro-Oeste e transportados até o Porto de São Simão/GO, os grãos são carregados em comboios que se deslocam pela Hidrovia Tietê-Paraná até o terminal de Pederneiras/SP quando é escoada via ferrovia. Nos demais terminais a transferência para o porto é feita via rodovia.

Ainda no cenário da Hidrovia Tietê-Paraná, a reativação do terminal de Conchas aumentando o volume movimentado que, apresentando suas vantagens, desvantagens e sua viabilidade no tocante aos custos, quando comparado e somado às despesas de transbordo e operação que ocorrem a partir da utilização dos modais rodoviário e ferroviário hoje, poderia ser mais uma das alternativas para minimizar o impacto dos valores nessa movimentação, além da verificação do valor a desembolsar pela reativação desse terminal hidroviário.

Também deve-se levar em consideração os benefícios trazidos pela utilização da hidrovia com bastante redução nos riscos para o meio ambiente, a menor emissão de gases e a grande capacidade de carga do modal hidroviário, ainda em grande parte inexplorada no Brasil. Os custos sociais, como por exemplo, o menor número de acidentes e a maior conservação das rodovias deverão ser considerados no tocante a investimentos que deverão ser feitos em algum momento pelo poder público. Hoje percebe-se um maior investimento e uma melhor estrutura gerada pela iniciativa privada.

É fundamental comparar os níveis de eficiência do modal hidroviário dentro da matriz norte-americana de transporte que apresenta uma maior eficiência, pois tem uma dotação constante de infraestrutura, otimizando a movimentação dos produtos, gerando menores custos no processo pela sua competência em aproveitar melhor a eficiência energética e conseguir uma maior produtividade.

O Brasil privilegia o modal rodoviário em detrimento aos demais gerando uma distorção da sua matriz de transporte que representa 60% de utilização. Torna-se evidente a necessidade da ampliação de vias navegáveis que efetivada, resultaria em aumento na qualidade de escoamento da produção e melhor colocação em seu posicionamento em relação aos índices de competitividade mundial, fundamentais perante à acirrada concorrência num mercado globalizado.

## Referências

- Abraham, E. R. (2016). *Avaliação do sistema Latex para a elaboração de textos científicos na Engenharia de Produção*. Master's thesis Universidade Paulista Sao Paulo.
- ANTAQ (2008). *Relatório das Hidrovias Brasileiras*. Technical Report Agência Nacional de Transportes Aquaviários. URL: <http://www.antaq.gov.br/portal/pdf/palestras/set08transpoqui>.
- ANTAQ (2009). *Subsídios técnicos para a identificação de áreas destinadas a instalação de portos organizados*. Technical Report Agência Nacional de Transportes Aquaviários Brasília.
- ANTAQ (2010). *Transporte de Cargas nas Hidrovias Brasileiras - Hidrovia do Tietê - Paraná*. Technical Report Agência Nacional de Transportes Aquaviários. URL: <http://www.antaq.gov.br/portal/pdf/EstatisticaNavInterior/HidroviaParanaTiete.pdf>.
- ANTAQ (2013). *Hidrovias Brasileiras, Indicadores do Transporte de Cargas: Tonelada Útil (t) ve Tonelada Quilometro Útil (TKU)*. Technical Report Agência Nacional de Transportes Aquaviários Brasília.
- Ballou, R. H. (2007). *Logística Empresarial, Transportes, Administração de Materiais e Distribuição Física*. São Paulo: Ed.Atlas.
- Bigaran, J., & Tizato, L. (2009). *Hidrovia Tietê Paraná*. Piracicaba: ESALQ.
- CCNR (2017). URL: <http://www.ccr-zkr.org/12030100-en.html>.
- Ceccato, C. (2013). A importância do transporte marítimo no Brasil. URL: [http://www.ecivilnet.com/artigos/transporte\\_maritimo\\_importancia.htm](http://www.ecivilnet.com/artigos/transporte_maritimo_importancia.htm).
- CEL/COOPEAD (2009). *Panorama logístico CEL/COPPEAD: Terceirização Logística no Brasil*. Technical Report COPPEAD/UFRJ Rio de Janeiro.
- Chaves, C. M. d. G. (2002). A Construção do Brasil: Projetos de Integração da América Portuguesa. *Revista de História*, (pp. 77–95). URL: <http://www.fafich.ufmg.br/varia/admin/pdfs/27p77.pdf>.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2011). *Gestão da Cadeia de Suprimentos, Estratégia, Planejamento e Operação*. (4th ed.). Sao Paulo: Pearson.
- CNT (2006). *Pesquisa Aquaviária, Portos Marítimos: Longo Curso e Cabotagem*. Technical Report Confederação Nacional do Transporte Brasília.

- DHSP (2016). Carga transportada na Hidrovia Tietê-Paraná. URL: <<http://www.dh.sp.gov.br/carga-transportada/>>.
- DNIT (2006). *Relatório de Gestão 2006*. Technical Report DNIT - Depto.Nac.Infra-estrutura de Transportes.
- ECA (2015). *Inland waterway transport in Europe: no significant improvements in modal share and navigability conditions since 2001*. Luxembourg: Publications Office of the European Union. URL: <http://dx.publications.europa.eu/10.2865/824058> oCLC: 914481347.
- European Comission (2017). URL: [http://europa.eu/rapid/press-release\\_MEMO-13-771\\_en.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_MEMO-13-771_en.htm).
- EUROSTAT (2013). URL: [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Inland\\_waterway\\_transport\\_statistics](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Inland_waterway_transport_statistics).
- Faria, A., Cunha, I., & Felipe, Y. (2012). *Manual Prático para Elaboração de Monografias: TCC, Dissertações e Teses*. São Paulo: LTC.
- Faria, A., & Garneiro, M. (2010). *Gestão de Custos Logísticos*. São Paulo.
- Felipe Junior, N. F., & Silveira, M. R. (2009). A Hidrovia Tietê-Paraná e o Porto Intermodal de Pederneiras-SP: transporte de cargas e participação do capital privado. *Geosul*, 24. URL: <http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/geosul/article/view/12249>. doi:10.5007/2177-5230.2009v24n47p29.
- Feminick, T. (2005). Conceitos fundamentais sobre custos. URL: <http://www.tomislav.com.br/conceitos-funtamentais-sobre-custos/>.
- Freitas, M. J., Lautelli, M., & Neto, D. (2015). *Custos Logísticos*. Sao Paulo: Scortecci.
- Garcia, H. (2001). *Análise dos Procedimentos de Projeto e Desenvolvimento de Método para determinação de custos de construção e operação de embarcações fluviais da hidrovia Tietê-Paraná*. Master's thesis Universidade de São Paulo Sao Paulo.
- Gil, A. (2007). *Como elaborar projetos de pesquisa*. (4th ed.). São Paulo: Atlas.
- IBGE (2016). *Atlas Nacional*. Technical Report IBGE Brasília. URL: [http://www.ibge.gov.br/apps/atlas\\_nacional/](http://www.ibge.gov.br/apps/atlas_nacional/).
- ILOS (2009). *Pesquisa Terceirização Logística*. Technical Report ILOS. URL: <http://www.ilos.com.br/web/analise-de-mercado/relatorios-de-pesquisa/terceirizacao-logistica-no-brasil-panorama/>.

- INA (2015). Annual Report 2015: Shaping policy for more & better waterway transport.
- INA (2017). Maps & Fleet. URL: <http://www.inlandnavigation.eu/what-we-do/maps-fleet/>.
- Keedi, S. (2010). *Transportes, Unitização e Seguros Internacionais de Carga: Prática e Exercícios*. (4th ed.). São Paulo: Aduaneiras.
- Kerdna, P. E. (2016). Transporte Aquático - Meios de Transporte. URL: <http://meios-de-transporte.info/transporte-aquatico.html>.
- MT (2011). *Plano Nacional de Logística e Transporte: Sumário Executivo - PNLT*. Technical Report Ministério dos Transportes Brasília.
- Neves, J. (1996). Pesquisa Qualitativa: Características, Usos e Possibilidades.
- Savall, H., Zardet, V., & Bonnet, M. (2008). *Mejorar los Desempeños Ocultos de las Empresas a Través da Gestión Socioeconômica*. (2nd ed.). Lyón: OIT/ISEOR.
- Vieira, G. (2013). *Transporte Internacional de Cargas*. (2nd ed.). Sao Paulo: Aduaneiras.