

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA: ÊNFASE EM
TRANSPORTES**

**ANÁLISE DE CUSTO DO TRANSPORTE MULTIMODAL NA
HIDROVIA TIETÊ-PARANÁ**

GABRIELA PINHEIRO DOS SANTOS MANOEL

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à FATEC - Faculdade de
Tecnologia de Botucatu, para obtenção do
título de Tecnólogo em Curso de Logística:
ênfase em transportes

BOTUCATU-SP

Julho - 2006

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM LOGÍSTICA: ÊNFASE EM
TRANSPORTES**

**ANÁLISE DE CUSTO DO TRANSPORTE MULTIMODAL NA
HIDROVIA TIETÊ-PARANÁ**

GABRIELA PINHEIRO DOS SANTOS MANOEL

Orientador: Prof^o José Augusto Rota

Co-Orientador: Prof^o Dr^o Luis Fernando Nicolosi Bravin

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à FATEC - Faculdade de
Tecnologia de Botucatu, para obtenção do
título de Tecnólogo em Curso de Logística:
ênfase em transportes

BOTUCATU-SP

Julho - 2006

Aos meus queridos amigos e minha família.

AGRADECIMENTOS

À Deus por estar sempre presente em minha vida e mais uma vez nessa caminhada que foi a minha vida Acadêmica, e por ter me ajudado a conquistar mais essa vitória.

Ao meu orientador Prof^o José Augusto Rota, e meu Co-Orientador, Prof^o Dr^o Luis Fernando Nicolosi Bravin, pela orientação e conhecimentos concedidos durante a execução deste trabalho.

Aos meus amados e queridos amigos de classe e da faculdade, em especial, Amanda, Alexandra, Isabel, Silvia, Luciano, Márcio, Sérgio, Rodrigo Marques, Tiago, Eduardo, Bruno, Gustavo, Adriana, pelo amor, carinho, companheirismo e compreensão, nessa fase da minha vida.

Aos meus queridos amigos Taisa, Carolina, Talita, Tanise, Thomas, Taise, Flavia Presti, Flavia Silveira, Karina e Michelle pelos momentos de descontração e por poder contar com eles em qualquer ocasião, pela paciência, carinho, amor e por sempre estarem presentes nos momentos importantes.

Aos meus familiares especialmente, pelo amor, apoio, e suporte que dedicaram durante minha vida acadêmica. Aos meus pais e meus irmãos, pela confiança e ânimo que me deram durante a realização deste trabalho, mesmo distantes.

SUMÁRIO

| | Página |
|--|--------|
| Resumo..... | 1 |
| 1 Introdução..... | 2 |
| 2 Revisão bibliográfica..... | 4 |
| 2.1 Hidrovias..... | 4 |
| 2.2 Hidrovias Brasileiras..... | 5 |
| 2.3 Hidrovia do Amazonas..... | 6 |
| 2.4 Hidrovia do Madeira..... | 7 |
| 2.5 Hidrovia do Guamá-Capim..... | 9 |
| 2.6 Hidrovia do São Francisco..... | 9 |
| 2.7 Hidrovia Tietê-Paraná..... | 10 |
| 2.8 Hidrovia do Paraguai..... | 11 |
| 2.9 Hidrovias do Sul..... | 13 |
| 2.10 Hidrovias em implantação..... | 14 |
| 2.11 Vantagens Financeiras da Hidrovia..... | 15 |
| 3 Material e métodos..... | 21 |
| 4 Estudo de caso..... | 22 |
| 4.1 A Hidrovia Tietê-Paraná..... | 22 |
| 4.2 Simulação de Custos de Fretes na Hidrovia..... | 28 |
| 5 Conclusão..... | 32 |
| 6 Referências..... | 33 |

RESUMO

O trabalho relata o assunto sobre as hidrovias, mais especificamente hidrovias brasileiras, tendo como foco a Hidrovia Tietê-Paraná. Para um rio ser considerado uma hidrovia, é necessário uma série de premissas, como sinalização, balizamento, carta eletrônica, navegação com GPS, calha de navegação, estação de rádio de controle de eclusas, entre outros. Sobre a Hidrovia Tietê-Paraná observam-se durante o trabalho, suas características técnicas, as vantagens competitivas obtidas na operação desse modal, integrado com outro meio de transporte para a redução do custo final do frete.

No desenvolvimento do trabalho foram estudadas rotas de transporte de soja do Estado de Goiás (Rio Verde) com destino ao Estado de São Paulo (Santos), que estão inseridos na bacia hidrográfica dos rios Tietê e Paraná. A rota selecionada tem várias alternativas de percurso que podem ser atendidas pelos modais de transporte rodoviário, ferroviário e hidroviário. Foi feito um estudo nos percursos possíveis para esta rota, para se obter o menor custo de transporte.

Palavras-chave: Multimodalidade, Transbordo, Custo, Hidrovia, Transporte.

1. INTRODUÇÃO

O estudo apresenta a caracterização da hidrovía Tietê-Paraná e as vantagens da logística integrada.

O Brasil possui uma rede hidroviária cuja extensão navegável, em condições naturais é estimada em 35 mil quilômetros, segundo dados da Diretoria de portos e costas da marinha do Brasil.

O país possui três grandes bacias hidrográficas, que cobrem em conjunto 75 % do seu território, a bacia Amazônica com 60%, a bacia do São Francisco com 8% e a bacia do Prata com 7 %. Os restantes 25% do território são cobertos por bacias costeiras, entre as quais se destaca a bacia do estado do Rio Grande do Sul.

No entanto, apesar deste vasto potencial hidroviário, a navegação no interior do país é bastante incipiente, atingindo um nível de importância regional somente na bacia do rio Paraguai e na bacia Amazônica.

Durante muitos anos a região Tietê-Paraná foi vista como um centro natural de desenvolvimento da América do Sul. Entretanto, as super safras no Brasil serviram para reforçar o potencial natural e as vantagens da região e para reiterar projeções de que ela se constituirá em uma das melhores opções de investimento do mundo. A região oferece um potencial econômico e dinâmica de mercado que não tem paralelo.

Na última década foram feitos investimentos em infra-estrutura logística significativas no interior dos estados de São Paulo, Paraná e Goiás com a construção das eclusas e novas pontes nos rios Tietê e Paraná. Esses investimentos deram

uma origem a uma nova hidrovía com 2.400 km de extensão, o primeiro projeto para transporte de cargas fora do padrão de rotas que beneficiavam somente o litoral.

A Hidrovía Tietê-Paraná e suas extensões nos rios Paraguai e Paraná até Buenos Aires na Argentina, deram origem a um trajeto eficiente para o transporte de cargas dentro das quatro nações que formam o Mercosul. Para agilizá-lo e mantê-lo sustentável, é necessário um meio de transporte capaz de escoar grandes quantidades de carga, com frete a custo reduzido e assim permitir competitividade desses produtos no mercado internacional. Estas condições só se conseguem, no Cone Sul-Americano, com a utilização intensa do complexo hidroviário Paraguai-Uruguaí-Tietê. Além disso, a hidrovía faz parte de um sistema de transporte intermodal regional que irá permitir que as cargas transportadas alcancem portos do Oceano Atlântico de forma mais barata, mantendo-as competitivas nos mercados mundiais.

A hidrovía contribuirá, realmente, para corrigir disfunções cujos sintomas transparecem na estruturação dos serviços, mas os efeitos negativos mais profundos alcançam à economia nacional em uma de suas raízes fundamentais: o sistema de transporte. Ainda que a relação teórica de custos entre hidrovía, ferrovia e rodovia possam variar em casos específicos, não há dúvida de que o Brasil consome mais recursos reais por tonelada/ km transportado, do que outros países onde a hidrovía e a ferrovia são mais utilizadas.

Ao contrário das rodovias e ferrovias que exigem do homem trabalho acentuado na construção e conservação, a hidrovía apresenta vantagens adicionais, com o baixo custo do frete, a grande capacidade de escoamento de cargas, a facilidade de transporte de cargas indivisíveis, muito volumosas ou muito pesadas, o tráfego simultâneo por veículos diversos, a economia de combustível, a menor agressão ao meio ambiente e os pontos de catalisação ou indutores do desenvolvimento regional integrado.

Por se tratar de um assunto ainda pouco estudado no Brasil, fica difícil reunir dados sobre as operações logísticas de navegação e armazenamento em terminais fluviais, restringindo-se a utilização de estudos realizados em outros países, os quais se utilizam há séculos as hidrovias como importante meio de transporte.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Hidrovias

Segundo o ministério dos transportes (2004) o transporte hidroviário no Brasil é a terceira modalidade mais importante no transporte de carga, a despeito de uma extensão costeira de 7.400 km e vários rios navegáveis. Atualmente há uma frota registrada de 172 navios, sendo 121 de cabotagem (que fazem a navegação entre portos brasileiros) e 51 navios de longo curso, que realizam viagens internacionais. A carga movimentada entre portos brasileiros foi de 48,5 milhões de toneladas e os principais portos são Santos (29% do total), Praia Mole - Espírito Santo (12,9%) e o do Rio de Janeiro (8,3%).

O movimento de transporte de carga registrado no país, divide-se em fluvial e marítimo. Existem 44 portos em território nacional: 6 no Norte, 13 no Nordeste, 13 no Sudeste, 10 no Sul e 2 no Centro-Oeste. De acordo com dados do Ministério da Marinha (2003), existem no setor 67 mil trabalhadores.

Ao longo do tempo a forma de utilização dos rios e canais para a navegação comercial no mundo sofreu mudanças que refletiram as condições econômicas e políticas da época.

O problema dos transportes tem primordial importância em um país, principalmente os de grandes dimensões, como o Brasil, pois há grande circulação de mercadorias e pessoas refletindo diretamente no desenvolvimento de nossa nação. Dentre

todos os transportes, a hidrovia é a que tem as características mais polivalentes destacando o baixo custo e a capacidade de transportar grande volume.

Ocupando um papel relevante nas diretrizes do governo federal, as hidrovias interiores brasileiras representam fatores predominantes nos corredores estratégicos de desenvolvimento, contribuindo, com seu baixo frete, barateando os custos internos com transportes, de modo a dar competitividade aos produtos nacionais no exterior.

No Brasil, país de grande capacidade hídrica, o desenvolvimento de suas hidrovias está ocorrendo mais tarde que na Europa e nos Estados Unidos da América, estes utilizam todo o potencial de suas hidrovias para todo tipo de transportes. Portanto deve-se rever alguns conceitos baseados nas hidrovias européias e norte-americanas para o desenvolvimento dos métodos de transporte do Brasil, como equipamentos e materiais mais adequados para uma navegação mais rápida, em maior quantidade e menor custo.

A utilização das hidrovias na Europa e Estados Unidos são para transporte de granéis em sua maioria, e no Brasil também o que mais se transporta são granéis como soja e milho, vindo da região central do Brasil.

2.2 Hidrovias Brasileiras

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA), o Brasil tem um grande potencial para utilização do transporte hidroviário. Muitos rios apresentam características físicas e localizações adequadas ao transporte de cargas e de passageiros. Há, contudo, historicamente, uma sub-utilização de todo o potencial existente.

Na Amazônia, os grandes rios são, praticamente, a única via de transporte, que, aos poucos, vai sendo utilizada de forma competente. Outros rios, como o Paraguai, o baixo Paraná, o Madeira e a Lagoa dos Patos apresentam condições naturais tão satisfatórias que não exigiram grandes investimentos para tomarem-se hidrovias economicamente viáveis. Rios como o Tietê, o São Francisco, o Jacuí e o Taquari, com barragens, dependeram da construção de eclusas para a continuidade do tráfego hidroviário. Alguns rios, também com barragens, mas que não tiveram eclusas construídas, como o rio Grande, na divisa de São Paulo e Minas Gerais, estão impedidos de serem utilizados como hidrovias de longo percurso; podem prestar-se apenas à utilização para

transportes regionais, restritos dentro de um mesmo reservatório. Os projetos mais recentes de hidrovias, envolvendo rios com localizações privilegiadas para escoamento de produção agrícola, como o rio Araguaia e o Tapajós, têm sofrido questionamentos de ordem ambiental, o que tem retardado a sua implantação.

Os rios brasileiros em corrente livre apresentam baixa declividade (entre 1,5 e 3,5 cm/km), particularmente nas regiões centro-oeste, norte e nordeste. Trechos de rios que apresentavam declividades mais altas (médio e baixo Tietê, médio e alto Paraná, baixo São Francisco, Jacuí e Taquari), foram regularizados por meio de construções de barragens, quase sempre para geração de energia elétrica.

Grande número de rios não apresenta restrições à navegação (Amazonas, Solimões, Madeira, trechos de rios regularizados como o Tocantins, o Tietê e o alto Paraná). Uns poucos rios têm problemas nos períodos de águas altas, casos do Jacuí e do Taquari, quando há grandes velocidades de correntes e pequenos “tirantes de ar” (distância da água ao elemento inferior de uma estrutura fixa sobre o rio) em pontes e em eclusas. Contudo, muitos rios apresentam restrições à navegação em época de águas rasas (Paraguai, baixo Paraná, Araguaia, Parnaíba, Tapajós, São Francisco, etc.). O período de águas baixas nestes rios ocorre entre os meses de junho e de outubro (ou novembro), exigindo maiores atenções para a navegação. Há casos em que os números de chatas dos comboios devem ser reduzidos, assim como devem ser reduzidos os calados de operação, para fazer frente à redução de profundidade e ao aumento de meandros dos canais de navegação.

2.3 Hidrovia do Amazonas

Os rios Amazonas e Solimões constituem o maior volume de águas doce do mundo. Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA), a navegação por estes rios se faz sem restrições, atingindo os portos de Letícia na Colômbia e de Iquitos no Peru, este a cerca de 3.600 km da foz do rio. Os seus principais portos, Manaus, Santarém e Itacoatiara podem receber navios de até 60.000 tpb. Da foz do rio até Manaus, a profundidade média é de 13,5 metros. No trecho Manaus a Tabatinga, divisa do Brasil, a profundidade mínima é de 7 metros. Nesta hidrovia são utilizados poucos comboios, havendo predominância de pequenas embarcações para transporte de carga geral e

embarcações fluviomarítimas de médio porte para transporte de granéis sólidos e líquidos. Os comboios existentes são principalmente formados por um empurrador e uma chata para transporte de carretas entre Belém e Manaus.

Principais cargas: combustíveis, carga geral, GLP.

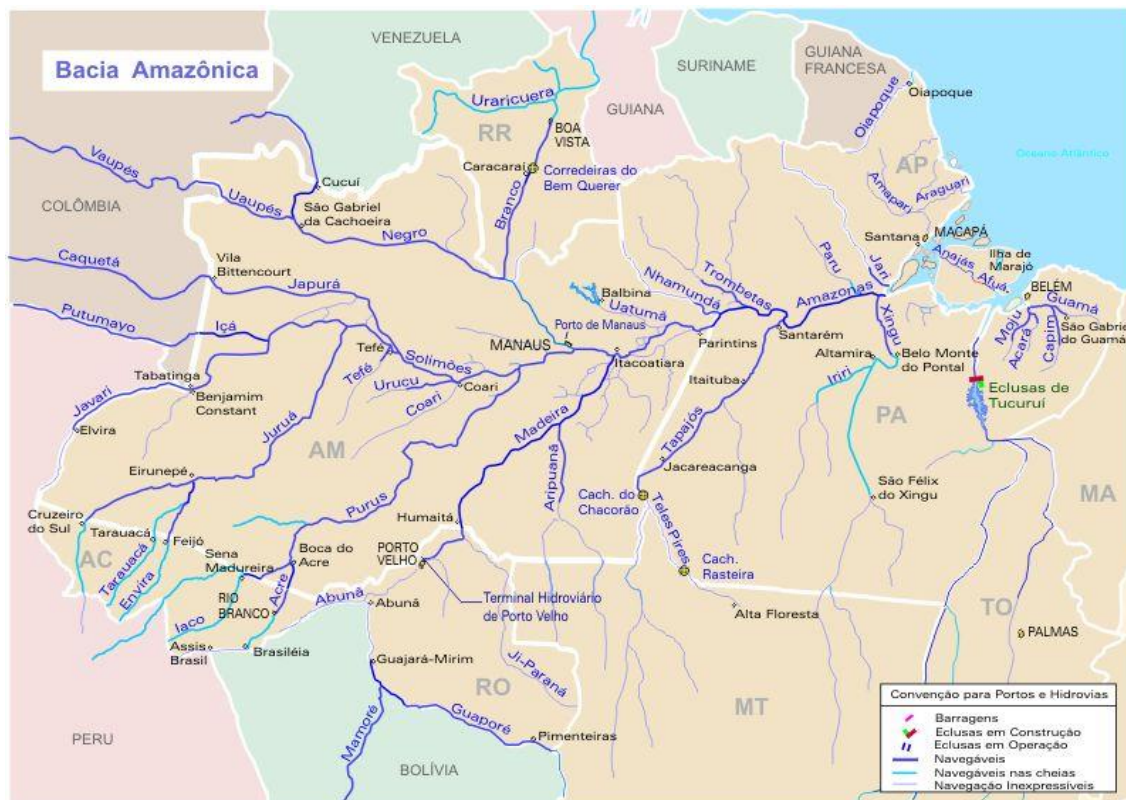


Figura 1. Mapa da bacia Amazônica

Fonte: Secretaria Executiva do Ministério dos Transportes

2.4 Hidrovia do Madeira

Segundo o Ministério dos Transportes, o rio Madeira é navegável numa extensão de 1.056 km, entre Porto Velho e sua foz, no rio Amazonas, permitindo, mesmo na época de estiagem, a navegação de grandes comboios, com até 18.000 t. Os investimentos na hidrovia compreendem dragagens, derrocamentos, balizamento e sinalização. Atualmente, cerca de dois milhões de toneladas por ano de cargas são transportados pelo rio Madeira. Há uma tendência de crescimento do volume transportado.

A companhia Hermasa possui os únicos comboios desta hidrovia, transportando soja de Porto Velho a Itacoatiara: 30 chatas e 3 empurradores, cada um deles, com dois propulsores azimutais. Outras embarcações estão em processo de

aquisição. Embarcações automotoras realizam o transporte de, principalmente, carga geral e combustíveis, entre Porto Velho e Manaus.

Em alguns trechos, o rio Madeira exige manobras em pequenos raios de curvaturas, o que causa aumento de tempo de viagem. Entre os períodos de cheia e de estiagem, há variações de nível d'água de até 14 metros. Na época de cheias, as velocidades de corrente são relativamente elevadas e há a presença de troncos flutuando descendo o rio, aumentando a probabilidade de choques com o casco do comboio e, pior, com os propulsores azimutais.

Principais cargas: soja, carga geral, combustíveis, GLP.

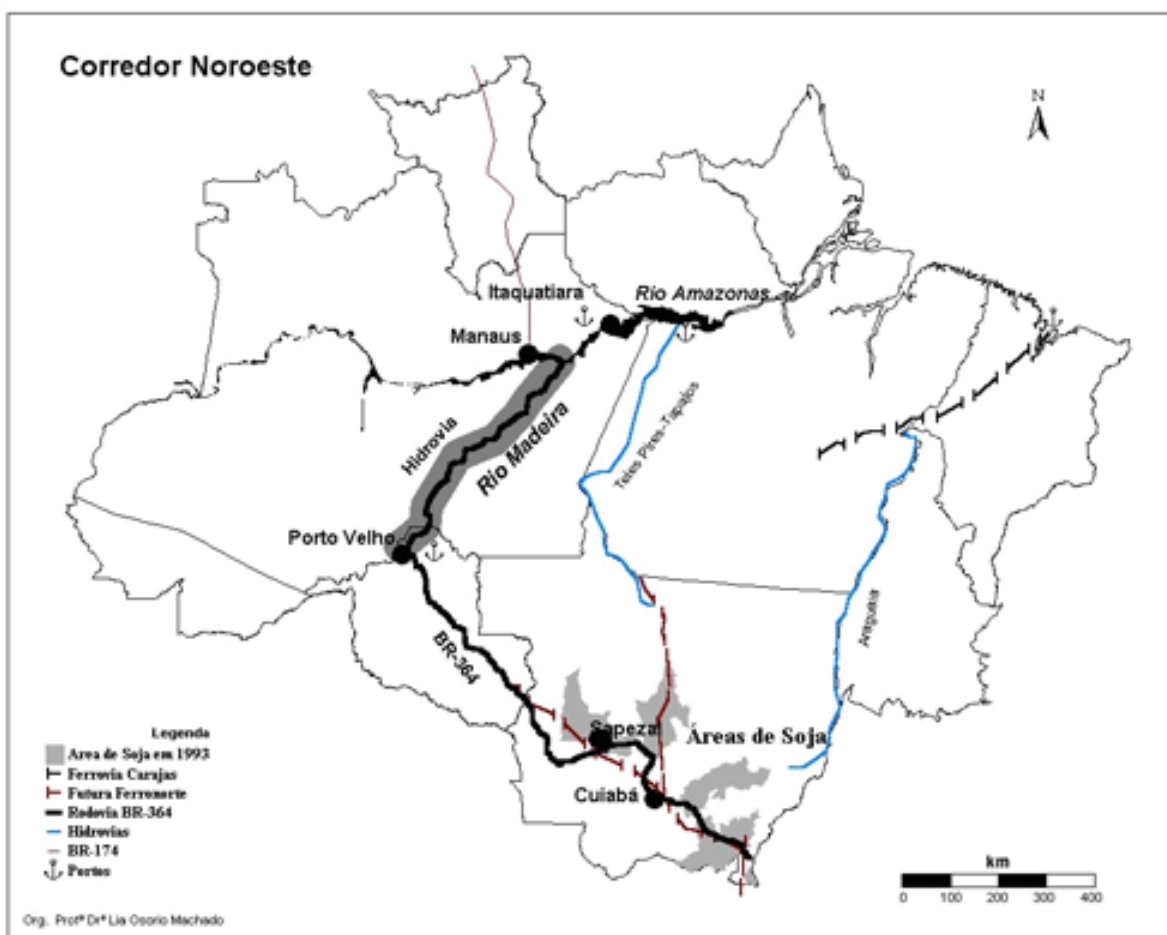


Figura 2. Mapa Rio Madeira

Fonte: Secretaria Executiva do Ministério dos Transportes

2.5 Hidrovia do Guamá-Capim

Segundo o Ministério dos transportes, a hidrovia Guamá-Capim é um importante corredor de transporte de minérios provenientes, na sua maioria, das ricas jazidas de caulim e de bauxita, além de servir ao transporte de produção de pólos agropecuários em formação, especialmente na região de Paragominas. As maiores restrições à navegação ocorrem em alguns trechos críticos do rio Capim, no período de águas baixas. O comboio-tipo da hidrovia é constituído por quatro chatas, na formação duas a duas.

Principais cargas: caulim, madeira, carga geral.

2.6 Hidrovia do São Francisco

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA), o rio São Francisco é navegável em 1.371 km, entre Pirapora (MG), Juazeiro (BA) e Petrolina (PE), com uma profundidade limitada a cerca de 1,5 m, durante o período de estiagem ou águas baixas (agosto a novembro). Sem saída para o Atlântico, o rio São Francisco tem seu aproveitamento integrado ao sistema rodo-ferroviário da região. A partir da implantação do sistema multimodal, o escoamento da produção agrícola do oeste da Bahia, com foco na cidade de Barreiras, banhada por um dos seus principais afluentes, o rio Grande, é realizado por rodovia até a cidade de Ibotirama na margem do São Francisco, descendo o rio pelo transporte hidroviário até Juazeiro/Petrolina, e deste, por ferrovia, para o Porto de Aratú (BA). No quilômetro 42 acima de Juazeiro/Petrolina, situa-se a barragem, com eclusa, de Sobradinho. A movimentação anual fica em torno de 60.000 toneladas/ano de cargas gerais, soja, milho, farelo de soja, etc.



Figura 3. Mapa da Bacia do São Francisco

Fonte: Secretaria Executiva do Ministério dos Transportes

2.7 Hidrovia Tietê-Paraná

Segundo a AES-Tietê, a hidrovia Tietê-Paraná permite a navegação entre Conchas no rio Tietê (SP) e São Simão (GO), no rio Paranaíba, e até Itaipu, no tramo sul do rio Paraná. O trecho hidroviário atualmente mais utilizado, de São Simão (GO) até Pederneiras (SP), tem um percurso de 635 km. O percurso de Hernandárias (Paraguai) até Pederneiras (SP) é de 1.120 km.

A hidrovia movimenta mais de um milhão e meio de toneladas de grãos/ano, a uma distância média de 700 km. Se forem computadas as cargas de pequena distância como areia, cascalho e cana de açúcar, a movimentação no rio Tietê ultrapassa 4 milhões de toneladas anuais.

A Hidrovia Tietê-Paraná e mais os trechos médio e baixo dos rios Paraná e Paraguai, em territórios argentino e paraguaio, formam uma rede hidroviária de mais de 7 mil quilômetros, a chamada Hidrovia do Mercosul. O único ponto de

descontinuidade, a Barragem de Itaipú, ainda sem eclusas, exige um transbordo de carga em uma extensão de cerca de 40 quilômetros por via rodoviária.

Principais cargas: soja, farelo de soja, óleo vegetal, álcool, milho.

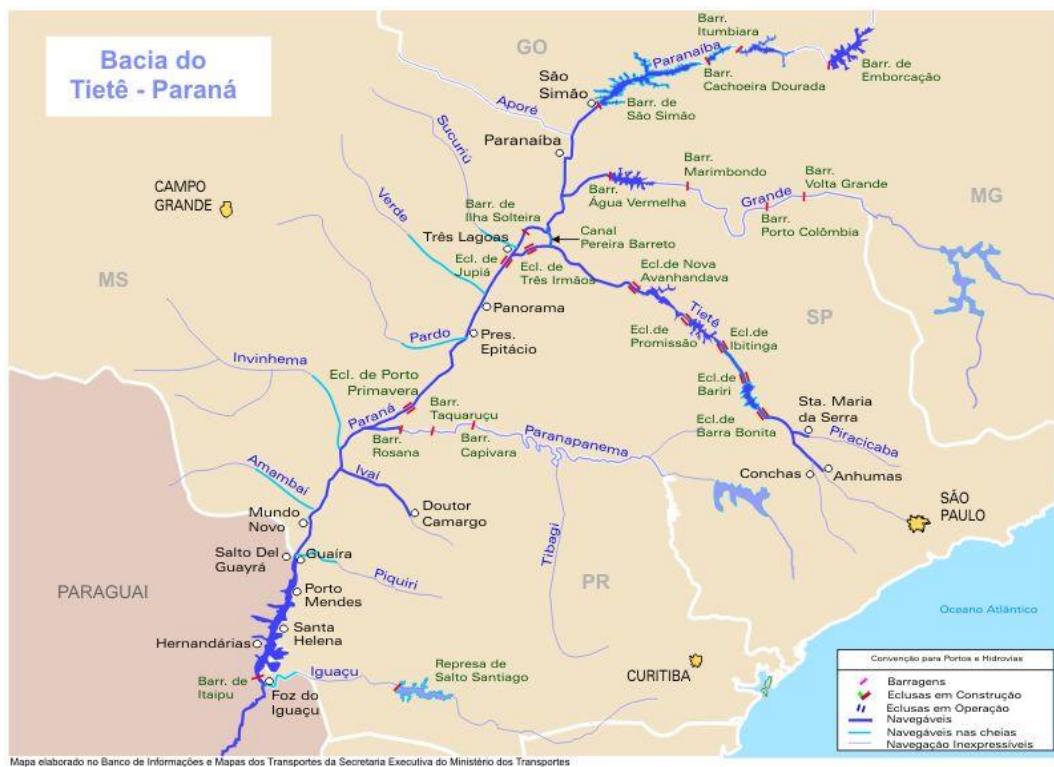


Figura 4. Mapa da hidrovia Tietê-Paraná

Fonte: Secretaria Executiva do Ministério dos Transportes

2.8 Hidrovia do Paraguai

Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA), essa hidrovia compõe um sistema de transporte fluvial de utilização tradicional, em condições naturais, que conecta o interior da América do Sul com os portos de águas profundas no curso inferior do rio Paraná e no rio da Prata. Tem 3.442 km de extensão, desde Cáceres até o seu final, no estuário do rio da Prata. No território brasileiro, a hidrovia percorre 1.278 km e tem como principais portos: Cáceres, Corumbá e Ladário, além de terminais privados com expressiva movimentação de carga. Entre 1998 e 2000 foram movimentadas mais de 6 milhões de toneladas de cargas, apenas no trecho brasileiro.

A hidrovía Paraguai pode ser dividida em três segmentos distintos, devido às suas características físicas:

a) Trecho Corumbá-Cáceres (ou Morrinhos) — é o trecho mais crítico, com raios de curvaturas reduzidos e grandes restrições de profundidades. Morrinhos é uma alternativa a Cáceres como terminal final, apresentando a vantagem de evitar os piores estirões para navegação do trecho. Os comboios utilizados têm menor porte (de quatro ou seis chatas), com calado assegurado de 1,5 m. Em cerca de 3 meses ao ano, a navegação no trecho sofre limitações.

b) Trecho de Corumbá-Assunção (Paraguai), onde trafegam comboios com formação 4 x 4, compostos por chatas de 60 m de comprimento e 12 m de largura, com calado assegurado de 2,6 m, capazes de transportar 20.000 a 25.000 toneladas de cargas.

c) Trecho a jusante de Assunção, com possibilidade de tráfego de comboios maiores, atualmente navegando com 20 chatas (formação 5 x 4), deslocamento total de 31.000t, com empurrador de 5.000 HP (*Horse power*).

As principais cargas transportadas no trecho brasileiro são: minério de ferro, minério de manganês e soja.



Figura 5. Mapa da Bacia do Paraguai.

Fonte: Secretaria Executiva do Ministério dos Transportes

2.9 Hidrovias do Sul

Fazem parte das Hidrovias do Sul as Lagoas dos Patos e Mirim, o canal de São Gonçalo que liga o rio Jacuí a seu afluente, Taquari, e a uma série de rios menores como Caí, Sinos e Gravataí, que constituem o estuário do Guaíba. Segundo a Agência Nacional de Águas (ANA), o rio Jacuí foi canalizado com a construção de três barragens com eclusas, resultando em uma extensão de 300 km com calado permitido de 2,5 m. No rio Taquari foi implantada a barragem com eclusa de Bom Retiro do Sul, dando acesso ao Porto Fluvial de Estrela, para embarcações de 2,5 m de calado. As embarcações que freqüentam esta hidrovia são automotoras com capacidade média de 3.000 toneladas. No porto de Estrela o movimento chega a 650.000 t/ano. No passado, movimentou 1 milhão de tonelada/ano. Na Lagoa dos Patos a navegação é também realizada por embarcações fluviomarítimas com até 5,10 m de calado, em um percurso de 250 km entre as cidades de Rio Grande (porto marítimo) e Porto Alegre.

Principais cargas: carga geral, carvão, óleo vegetal, farelo de soja, milho.



Figura 6. Mapa das bacias do Sul.

Fonte: Secretaria Executiva do Ministério dos Transportes

2.10 Hidrovias em implantação

Segundo o Ministério dos Transportes, estão sendo adotadas medidas de implantação das hidrovias do Tocantins-Araguaia e do Tapajós, importantes para o escoamento da produção agrícola da região Centro- Oeste aos portos do norte do País, com grandes reduções de custos. Estas duas hidrovias têm a sua implantação atrasada por problemas nos respectivos processos de licenciamento ambiental.

O rio Araguaia e o rio Tapajós são rios em corrente livre, enquanto que o rio Tocantins já apresenta barragens, constituindo grandes reservatórios (Tucuruí, Lajeado).

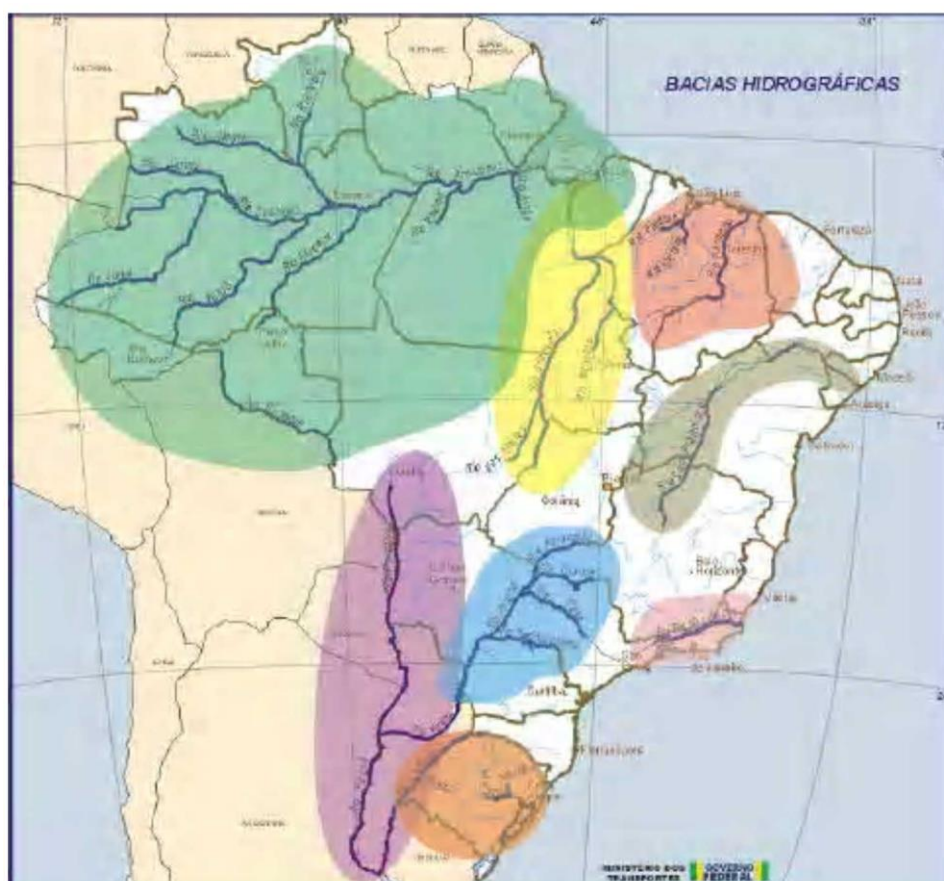


Figura 7. Mapa das hidrovias em implantação

Fonte: Ministério dos Transportes

2.11 Vantagens Financeiras da Hidrovia

O motivo pelo qual as hidrovias apresentam vantagens financeiras seria porque os custos variam muito de um modal para outro, na Tabela 1, observa-se comparações de custos entre os diversos modais, usando a tonelada- quilômetro como base. A tabela mostra que o serviço mais caro é o transporte aéreo, porém é o mais rápido , sendo utilizado para produtos perecíveis ou com alto valor agregado e o mais barato é o transporte hidroviário que é utilizado, na maioria das vezes, para transporte de produtos a granel, como grãos, combustíveis, produtos com baixo valor agregado.

Tabela 1: Preço médio por tonelada Km na distância de 700 km conforme o modal.

| modal | preço |
|-------------|-----------------|
| | \$/ tonelada-Km |
| ferroviário | 0,063 |
| rodoviário | 0,101 |
| hidroviário | 0,040 |
| dutoviário | 0,031 |
| aeroviário | 1,061 |

Fonte: Ministério dos transportes (2005)

Além do sistema hidroviário, ser mais barato ele é o que mais transporta por HP de potência (Tabela 2).

Tabela 2: Quantidade de quilos por Hp.

| Tipo de Transporte | Quantidade em Quilos/HP |
|--------------------|-------------------------|
| Hidroviário | 4000 |
| Ferroviário | 500 |
| Rodoviário | 150 |
| Aeroviário | 7 |

Fonte: Departamento Hidroviário (2005)

Todos os tipos de transporte carregam um peso morto. Dentre estes, o que menos peso morto carrega é o transporte hidroviário (Tabela 3).

Tabela 3: Relação peso morto por tonelada transportada.

| Modal de Transporte | Peso morto Kg/tonelada de carga |
|----------------------------|--|
| Hidroviário | 350 |
| Rodoviário | 700 |
| Ferrovário | 800 |

Fonte: Departamento Hidroviário. (2005)

Segundo BRAVIN (2005):

Quanto à mão-de-obra, na ferrovia (EUA), com 300 mil empregados, transportaram-se 63 bilhões de toneladas/ km e na hidrovia, com 50 mil empregados, foram transportados 40 bilhões de toneladas/ km. Para transportar uma tonelada a uma distância de 1600 Km, um trem produz três vezes mais monóxido de carbono, e um caminhão nove, do que um rebocador.

O transporte hidroviário apresenta várias vantagens em relação aos outros tipos de modais quanto aos impactos ambientais. A Tabela 4, mostra um comparativo da emissão de alguns poluentes entre a hidrovia e os outros modais, demonstra os valores dos poluentes em quilos emitidos ao se transportar uma carga de uma tonelada por uma distância de 1000 Km, pelos diferentes tipos de transportes.

Tabela 4. Índice de Emissão de poluentes

| Modal de transporte | hidróxido de carbono | monóxido de carbono | óxido de carbono |
|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Hidrovia | 0,025 | 0,056 | 0,149 |
| Ferrovia | 0,129 | 0,18 | 0,516 |
| Rodovia | 0,178 | 0,536 | 2,866 |

Fonte: Departamento Hidroviário (2005)

A Tabela 5 demonstra o desmatamento necessário para a implantação de cada modal de transporte.

Tabela 5: Desmatamento por Modal de Transporte

| Modal de transporte | Extensão (Km) | Área desmatada (Km ²) | Investimento (milhões US\$) |
|---------------------|---------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| Hidrovia | 2.202 | 0 | 115,7 |
| Ferrovias | 2.010 | 77.100.000 | 1827,0 |
| Rodovia | 2.500 | 100.000.000 | 625,0 |

Fonte: Dergo, Valec, Ahitar/MT

Comparando os modais, afirma-se que o transporte hidroviário é vantajoso se uma logística integrada estiver dando suporte a operação, sempre integrado com outros tipos de modais como a ferrovia e a rodovia.

Segundo BRAVIN (2005) foram obtidas algumas vantagens do transporte hidroviário através de medições, estas são:

- Um comboio de 10 mil toneladas transporta a carga equivalente à carga de 278 caminhões de 36 toneladas.
- Um comboio de 10 mil toneladas transporta carga equivalente à carga transportada por 100 vagões do tipo Jumbo Hopper.
- Um comboio de 10 mil toneladas, num percurso de 500 Km, consome cerca de 19 toneladas de combustível. Uma frota de 278 caminhões, para cobrir o mesmo percurso, consome 54 toneladas.
- Para conduzir uma frota de 278 caminhões, são necessários 556 homens, entre o motorista e ajudantes. Um comboio de 10 mil toneladas é tripulado por 12 homens.

Além desses dados, podem ser resumidas as seguintes vantagens da hidrovia, diferentemente das ferrovias e rodovias, cujo único propósito é o transporte:

- Menor dispêndio com mão-de-obra, pelas reduzidas tripulações dos empurradores / chatas.

- Reduz o custo do transporte de cargas e de pessoal, especialmente quando se trata de cargas pesadas, volumosas e de baixo valor, transportadas a grandes distâncias.

- Permite que mercadorias de baixo valor, mas essenciais ao desenvolvimento, cheguem a regiões mais afastadas dos grandes centros sem serem oneradas pelo frete terrestre.

- Permite a localização de indústrias no interior, proporcionar ligação entre as zonas de produção mais afastadas dos portos marítimos e os grandes mercados consumidores.

- Proporciona economia de petróleo, pois as embarcações usadas são de baixo consumo de combustível.

- Melhora a possibilidade de estocagem ou de espera, em face do baixo custo decorrente da imobilização de unidades não motorizadas, como as barcaças.

- Exige muito menos manutenção que a ferrovia e rodovia e, ao contrário daquelas, seu custo de manutenção diminui à medida que o tráfego se intensifica.

- Permite a criação e desenvolvimento de pólos agrícolas.

- Desenvolve a piscicultura.

- Acelera o progresso das regiões por elas beneficiadas, pela possibilidade de produção de energia e fornecimento de água e diluição dos afluentes das indústrias. Facilita o transporte intermodal.

- Promove a integração nacional, no sentido político, econômico e social.

- Minimiza a pressão do transporte de cargas sobre grandes extensões da malha rodoviária, reduzindo sobremaneira os custos de conservação e restauração de rodovias;

- Minimiza a emissão de poluentes;

- Reduz a quantidade de acidentes e, conseqüentemente, o número de mortos e feridos, os prejuízos materiais e ambientais;

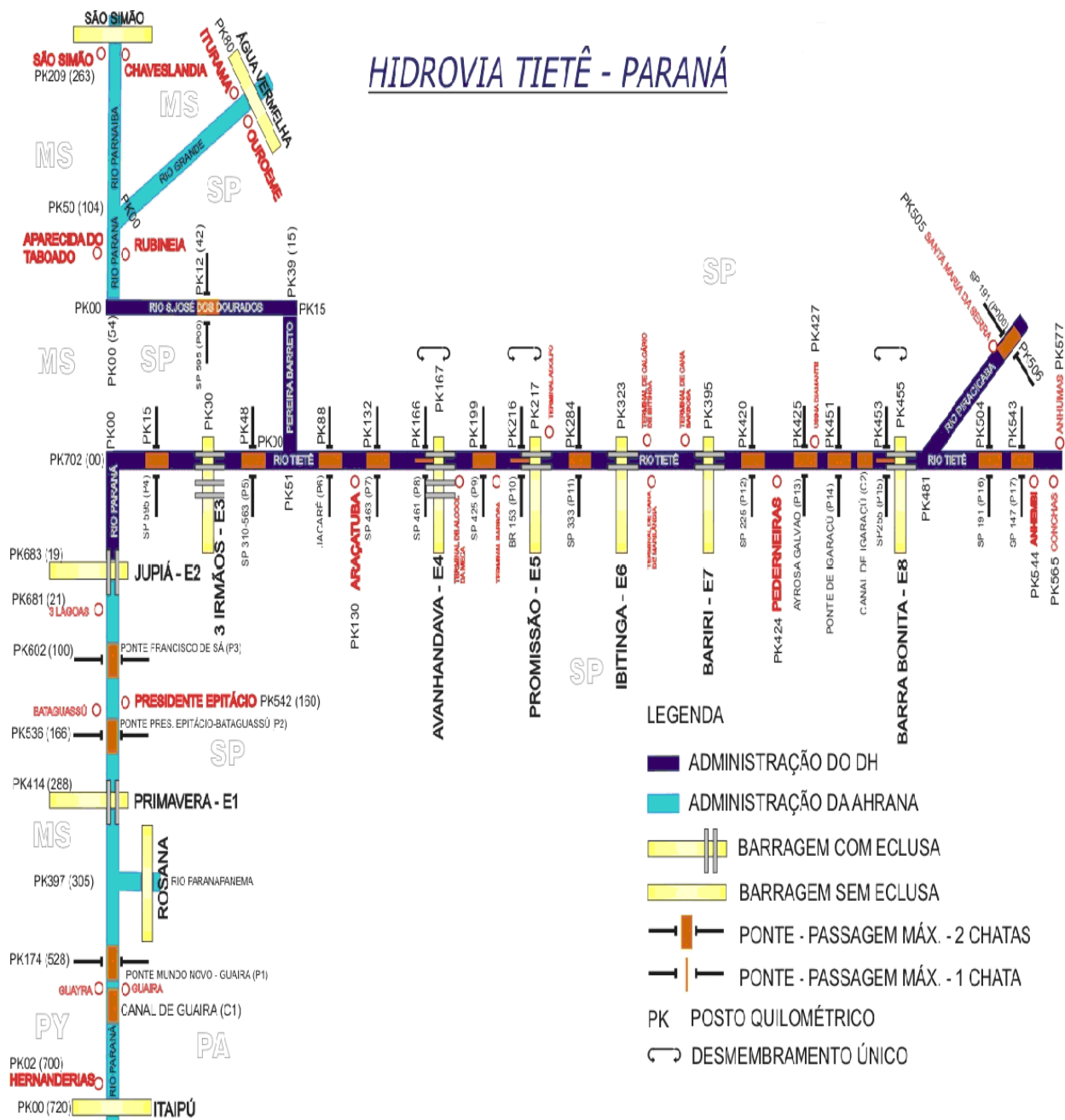
- Viabiliza a produção de outras “commodities” de menor margem de preços que a soja, revertendo a tendência preocupante no sentido de se vir a ter o agronegócio baseado majoritariamente em uma monocultura;

- Disponibiliza sistemas de transportes de grandes massas onde o acesso seja univeral, com mínimas barreiras aos potenciais usuários;

- Minimiza a pressão da expansão urbana nas novas fronteiras e zonas de produção.

No Rio Tietê-Paraná há dificuldade para a navegação em corrente livre para a utilização de comboio duplo (um rebocador e quatro barcas), pois existem várias pontes, no qual o vão de navegação é, muitas vezes, inferior a quatro vezes a boca da embarcação (medida de segurança adotada pela Marinha do Brasil), necessitando um desmembramento do comboio e a passagem de apenas duas barcas por vez. Nesse sentido foi elaborado um modelo esquemático da hidrovia (figura 8), no qual mostra todas as pontes e eclusas na rota de navegação.

HIDROVIA TIETÊ - PARANÁ



- LEGENDA**
- ADMINISTRAÇÃO DO DH
 - ADMINISTRAÇÃO DA AHRANA
 - BARRAGEM COM ECLUSA
 - BARRAGEM SEM ECLUSA
 - PONTE - PASSAGEM MÁX. - 2 CHATAS
 - PONTE - PASSAGEM MÁX. - 1 CHATA
 - PK** POSTO QUILOMÉTRICO
 - DESMEMBRAMENTO ÚNICO

Figura 8. Modelo esquemático da hidrovia

3. MATERIAL E MÉTODOS

No trabalho foram utilizados dados históricos, a respeito do assunto e houve a utilização de métodos estatísticos para a realização do estudo de caso.

O estudo de caso foi importante para a obtenção do melhor resultado, verificando as comparações de valores de custos totais entre as possíveis rotas de origem em Rio Verde (GO) e destino Santos (SP), para o transporte de soja através da hidrovia Tietê-Paraná.

4. ESTUDO DE CASO

4.1 A Hidrovia Tietê-Paraná

A hidrovia Tietê-Paraná foi concebida sob a ótica do aproveitamento múltiplo das águas, de tal forma que hoje é formada pelo conjunto de 11 reservatórios, oriundos do represamento para geração de energia elétrica, sendo 4 no rio Paraná e 6 no rio Tietê. A hidrovia Tietê-Paraná possui 2400 km de extensão navegável em território nacional, tendo 3 tramos distintos, interligados entre si. Segundo a CESP, são eles:

- O Tramo Tietê, que se estende desde o município de Santa Maria da Serra - SP, no rio Piracicaba, e o município de Conchas — SP, no Tietê, até o canal de Pereira Barreto.
- O Tramo Sul do rio Paraná, estendendo-se desde o município de Foz de Iguaçu- PR- Brasil e Ciudad del Leste- Paraguai no rio Paraná, até o canal de Pereira Barreto.
- O Tramo Norte do rio Paraná, que vai do município de São Simão - GO, no rio Paranaíba e Iturama - MG, no rio Grande, até a entrada do canal de Pereira Barreto, no reservatório de Três Irmãos.

A hidrovia Tietê-Paraná cobre uma macro-região de aproximadamente 76 milhões de hectares, onde vivem 50 milhões de pessoas, responsáveis por cerca de 50% do produto interno bruto (PIB) do país, segundo CESP. Tal região engloba, na área de influência, os estados de São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul e Paraná, como pode ser visto na Figura 2.

Tietê e Paraná , tornando a hidrovia navegável desde Conchas – SP até Itaipu- PR no tramo sul e de Conchas – SP até São Simão – GO no tramo norte, criando assim, um canal de escoamento para os produtos do Mercosul.

A hidrovia propicia diversas vantagens, tais como frete mais barato entre todos os modais, riscos menores, menor impacto ambiental, não tendo todo o seu potencial aproveitado, principalmente pela insegurança, desconhecimento dos produtores e transportadores e falta de incentivos governamentais, por isso o volume transportado pela hidrovia é incompatível ao analisarmos as suas inúmeras vantagens. Sendo que a utilização da hidrovia tende a aumentar consideravelmente, à mesma medida que a infra-estrutura no seu entorno também melhora.

Desde a criação do Mercosul a movimentação do comércio entre os países membros deste bloco econômico quadruplicou. Por esse motivo, o estudo realizado mostra que o Mercosul é a grande oportunidade da hidrovia, pois a economia com transporte é o diferencial de preço que fará os produtos serem mais competitivos. A participação das trocas internacionais no PIB dos países membros ainda é pequena, se comparada com outros blocos econômicos do mundo, o que permite supor que ainda há muito espaço para crescimento.

Apesar das dificuldades características de seu estágio inicial, da necessidade de utilização de outro modal como ligação porta-a-porta, a hidrovia garante fretes e custos menores e prazos viáveis.

A cultura da intermodalidade, precisa ser ainda mais difundida entre a comunidade exportadora da região. O transporte rodoviário é mais viável para pequenas distâncias, por exemplo, da fábrica até o ponto de embarque de uma outra modalidade, que pode ser marítimo ou fluvial, estes por sua vez, são mais apropriados para transporte de longas distâncias. Com isso, os custos são menores, as rodovias são poupadas para outros usuários e novas regiões se tornam foco de investimentos e desenvolvimento, por exemplo ao longo da hidrovia.

Partindo do leste, o rio Tietê, é navegável a partir da cidade de Conchas, onde já existem terminais portuários em operação, porém sem estrutura multimodal completa. É somente na cidade de Pederneiras, a cerca de 340 Km. da capital paulista, que se pode encontrar estrutura intermodal apropriada. Nesse novo pólo de desenvolvimento do interior, existe a ligação com a ferrovia e o acesso a importantes

troncos rodoviários do estado. Importantes indústrias têm se instalado no pólo industrial de Pederneiras aproveitando dessa intermodalidade.

Seguindo seu curso e tomando o tramo norte, os limites da hidrovia ainda são a barragem de São Simão e a represa de Água Vermelha. Em ambas as pontas existem vários terminais portuários em operação. Mas, seguindo o curso do rio Tietê, sem entrar pelo canal Pereira Barreto, vamos desaguar no rio Paraná, no lago formado pela Represa de Jupia. Descendo o Paraná, a hidrovia chega até o porto de Guaíra, que marca o início do Lago de Itaipú. Ali se encontra a inspetoria que cuidará do tráfego de comércio exterior da hidrovia, pois, a partir desse ponto o lago traça a divisa com o Paraguai e já é considerado de águas internacionais, cerca de 200 Km. abaixo de Guaíra a hidrovia chega à barragem de Itaipú.

O maior obstáculo que ainda existe para a conclusão de uma via fluvial ininterrupta, navegável de São Paulo até Buenos Aires é o desnível de 130 metros da Represa de Itaipú, que ainda não conta com sistema de eclusas. Vários projetos e estudos foram feitos para se encontrar uma alternativa realista de transposição desse desnível. Mas as dificuldades são grandes, na maioria das vezes envolvendo altos investimentos.

A alternativa mais simples, e já disponível, é o transbordo de carga por via rodoviária no entorno da barragem. A melhor opção é um percurso de 80 Km. em território paraguaio, em estradas de boa qualidade, passando pela área urbana de Ciudad dei Leste. Numa das extremidades, está o Porto de Hernandárias, no Lago de Itaipú. Na outra, a jusante da barragem, o terminal de Puerto Esperanza que, embora não seja o mais próximo é o mais viável fisicamente, em razão da grande vazão d'água logo abaixo da represa. O terminal de Porto Franco construído pela Itaipú Binacional a apenas 25 Km de Porto Hernandárias, seria de acesso muito custoso para embarcações subindo a correnteza.

Há alguns resultados de projetos, possíveis para uma transposição hidroviária de Itaipú:

a) um canal atravessando o território paraguaio, e ligando o Rio Paraná ao Rio Paraguai, que apresenta dificuldades devido à diferença de níveis existentes no percurso de aproximadamente 320 Km e das condições de preservação do meio ambiente, principalmente do lado paraguaio.

b) transposição mecânica da barragem utilizando elevadores ou rampas com cubas sobre rodas. “A solução foi adotada na Bélgica mas mostrou-se onerosa, de elevada manutenção e baixa capacidade anual de carga”. Há que se considerar ainda o fator correnteza para as embarcações que tenham que se aproximar à jusante da represa;

c) a alternativa mais próxima de ser aplicada é um canal dotado de quatro eclusas de baixa queda. O canal de eclusas deverá ter seu extremo a pelo menos 7 Km a jusante da foz do rio Iguaçu, e prevê a possibilidade de tráfego de comboios com até 10.000 t de carga.

A conclusão da hidrovia requer investimentos muito grandes e que a solução que se propõe é uma participação conjunta dos governos dos países com a iniciativa privada. Esse investimento, só se justifica quando o volume de carga de comércio exterior alcançar 8 milhões de toneladas anuais. Caso os recursos do governo federal brasileiro não sejam aprovados logo, os investimentos privados para melhorias ao longo da hidrovia continuarão aguardando uma definição e maior demanda pelo serviço.

As operações na hidrovia e as utilizadas para formação de preços nesse trabalho são realizadas com os seguintes modelos de embarcações (figura 4). Para Cargas - Chatas, de 8 a 11 m de boca, com comprimentos que variam de 50 a 60 m, sem propulsão. O gabarito utilizado é apropriado a comboios-tipo Paraná (200,50 m x 16,00 m) e a comboios-tipo Tietê (137,00 m x 11,00 m).



Figura 10. Tipos de embarcações fluvial rio Tietê e Paraná



Figura 11. Tipos de embarcações fluvial rio Tietê e Paraná

4.2 Simulação de Custos de Fretes na Hidrovia

Neste trabalho, o estudo feito é a respeito do transporte efetuado a partir das regiões produtoras de soja, do Estado de Goiás, com destino ao Porto de Santos. As rotas com origem em Rio Verde (GO) e destino ao Porto de Santos, estão relacionados com a movimentação de soja em grãos e farelo de soja para exportação.

Foram adotadas várias alternativas de transporte para a ligação entre a origem e o destino considerado. Para estas origens e destinos, tem-se a alternativa rodoviária e algumas das multimodais rodo-ferroviária, rodo-hidro-ferroviária, rodo- hidro-rodoviária. As quais serão mostradas na Tabela 6.

A Tabela 6 mostra as alternativas possíveis para o transporte da soja com origem em Rio Verde (GO) e destino Santos (SP), com as distâncias específicas de cada rota e o custo do frete para cada modal utilizado, obtendo-se assim, o custo total referente a cada alternativa.

Observando-se os custos de transportes, verifica-se que a alternativa rodoviária é a que apresenta maior custo de frete com uma valor de R\$ 0,0982 por quilômetro (total de 1272 Km).

Já na alternativa rodo-hidro- ferroviária o custo é de R\$ 0,0590 por quilômetro (total de 1300Km).

Para a alternativa rodo- ferroviária, o custo apresentado é de R\$ 0,0729 por quilômetro (total de 1190 Km).

Na alternativa rodo-hidro-rodoviária o custo é de R\$ 0,0723 por quilômetro. (total de 1202 Km).

Tabela 6 : Alternativas de rotas para transporte da soja de Rio Verde à Santos

Primeira alternativa:

Rio Verde até Santos, transporte rodoviário.

Distância: 1272 Km

Custo do frete: R\$ 125,00

Custo total: R\$ 125,00

Segunda alternativa:

Rio Verde – São Simão – Pederneiras – Santos, modais de transporte rodoviário + hidroviário + ferroviário.

a) Transporte Rodoviário

Distância: 185 Km

Custo do frete: R\$ 21,00

b) Transporte Hidroviário

Distância: 635 Km

Custo do frete: R\$ 26,00

c) Transporte Ferroviário

Distância: 480 Km

Custo do frete: R\$ 29,74

Custo total: R\$ 76,74

Terceira Alternativa:

Rio Verde – Santa Fé do Sul - Santos, modais de transporte rodoviário + ferroviário.

| |
|--|
| a) Rio Verde – Santa Fé do Sul (rodoviário) |
| Distância: 390 Km |
| Custo do frete: R\$ 38,00 |
| b) Santa Fé do Sul – Santos (ferroviário) |
| Distância: 800 Km |
| Custo do frete: R\$ 48,80 |
| Custo total: R\$ 86,80 |

Quarta Alternativa:

Rio Verde – São Simão – Conchas – Santos, modais rodoviário + hidroviário + rodoviário

a) Rio Verde – São Simão (GO) (rodoviário)

Distância: 185 Km

Custo do frete: R\$ 21,00

b) São Simão – Conchas (hidroviário)

Distância: 777 Km

Custo do frete: R\$ 32,00

Custo do transbordo:

c) Conchas – Santos (rodoviário)

Distância: 240 Km

Custo do frete: R\$ 34,00

Custo total: R\$ 87,00

Na tabela 7 observa-se que para a carga movimentada, 100.000 t de soja, na rota com origem em Rio Verde à Santos, o resultado obtido para o custo de frete total em cada alternativa foi respectivamente: R\$ 12.500.000,00, R\$ 8.674.000,00, R\$ 9.180.000,00 e R\$ 9.700.000,00.

O custo do transbordo usado para o estudo de caso foi de R\$ 5,00 a tonelada, possibilitando, assim, o cálculo do custo final de frete.

O modelo que apresentou melhor relação de custo é o que utilizou os modais: rodoviário + hidroviário + ferroviário, o percurso feito é de Rio Verde à São Simão (transporte rodoviário), de São Simão à Pederneiras (transporte hidroviário), de Pederneiras à Santos (transporte ferroviário), ocorre o transbordo duas vezes durante a rota.

Tabela 7: Valores de custos para cada alternativa

| | 1ª alternativa | 2ª alternativa | 3ª alternativa | 4ª alternativa |
|--|---|---|---|---|
| custo de frete por tonelada | R\$ 125,00 | R\$ 76,74 | R\$ 86,80 | R\$ 87,00 |
| carga movimentada 100.000 t soja | R\$ 12.500.000,00 | R\$ 7.674.000,00 | R\$ 8.680.000,00 | R\$ 8.700.000,00 |
| custo do transbordo R\$ 5,00 a tonelada | nº de vezes de transbordo = 0 R\$ 0,00 | nº de vezes de transbordo = 2 R\$ 1.000.000,00 | nº de vezes de transbordo = 1 R\$ 500.000,00 | nº de vezes de transbordo = 2 R\$ 1.000.000,00 |
| diferença frete em % | 100 | 30,6 | 26,56 | 22,4 |
| custo por tonelada | R\$ 125,00 | R\$ 86,74 | R\$ 91,80 | R\$ 97,00 |
| custo final do frete | R\$ 12.500.000,00 | R\$ 8.674.000,00 | R\$ 9.180.000,00 | R\$ 9.700.000,00 |

5. CONCLUSÃO

Da análise dos resultados apresentados, para os preços considerados neste estudo, percebe-se que a alternativa multimodal, rodoviária-hidroviária-ferroviária, apresenta uma vantagem nítida com relação às outras alternativas.

Percebe-se que é mais vantajoso não usar somente um meio de transporte e sim, a multimodalidade, pois o custo é menor.

A segunda alternativa promove uma redução de custos de 30,6% comparando com o modal rodoviário, a terceira 26,56% e a quarta 22,4%.

No Brasil, o crescimento da multimodalidade ainda é muito tímido, diante da urgente necessidade das empresas em reduzir custos e aumentar sua eficiência logística. Afinal, a multimodalidade deixou de ser uma alternativa para se tornar um requisito essencial para que as companhias se tornem mais competitivas no cenário nacional ou internacional.

A utilização do modal hidroviário promove reduções de poluentes, aumento de vida útil das estradas, uso racional dos combustíveis. A diminuição dos índices de roubos e acidentes é alcançada com o uso da hidrovia para movimentação de cargas de longas distâncias para centros consumidores, deixando o transporte porta-a-porta ser realizado pelo modal rodoviário.

6. REFERÊNCIAS

BALLOU, Ronald H. **Logística Empresarial**, São Paulo: Atlas, 1993

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**, Porto Alegre: Bookman Companhia Ed, 2001

CAIXETA-FILHO, José Vivente. **Sistema de Gerenciamento de Transportes**, São Paulo: Atlas, 2001

BRAVIN, L.F.N. **Logística e Transporte na Hidrovia Tietê-Paraná: Custos e Análise Ambiental**, Botucatu, Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, 2005

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, Brasília, Disponível em: <<http://www.ana.gov.br>>. Acesso em 15.2.2006

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES, Brasília, Disponível em: <<http://www.transportes.gov.br>>. Acesso em: 04.2.2006

SIFRECA-SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE FRETES, Piracicaba, Disponível em: <<http://www.sifreca.esalq.usp.br/sifreca/pt/index.php>>. Acesso em : 15.05.2006

AES-TIETÊ, São Paulo, Disponível em: <http://www.aestiete.com.br>. Acesso em: 03.05.2006