

**VIABILIDADE DA OPERAÇÃO DE EMBARCAÇÃO AUTOPROPELIDA E  
AUTOCARREGÁVEL PARA TRANSPORTE DE CONTÊINERES NA HIDROVIA  
TIETÊ-PARANÁ**

**FEASIBILITY OF OPERATION OF A SELF-PROPELLED AND SELF-LOADING  
VESSEL FOR CONTAINER TRANSPORT IN TIETÊ-PARANÁ**

**VIABILIDAD DE LA OPERACIÓN DE EMBARCACIÓN AUTOPROPULSADA Y  
AUTOCARGABLE PARA TRANSPORTE DE CONTENEDORES EN LA HIDROVÍA  
TIETÊ-PARANÁ**

PEDRO DE OLIVEIRA CORRÊA<sup>1</sup>  
ÉRICO DANIEL RICARDI GUERREIRO<sup>2</sup>

Recebido em julho de 2010. Aceito em outubro de 2010.

---

<sup>1</sup> Tecnólogo em Logística e Transportes pela Faculdade de Tecnologia de Botucatu.

<sup>2</sup> Professor da Faculdade de Tecnologia de Botucatu.

# VIABILIDADE DA OPERAÇÃO DE EMBARCAÇÃO AUTOPROPELIDA E AUTOCARREGÁVEL PARA TRANSPORTE DE CONTÊINERES NA HIDROVIA TIETÊ-PARANÁ

## RESUMO

A operação intermodal apresenta vantagens operacionais em relação à operação unimodal, pois pode aproveitar melhor as modalidades de transporte. O objetivo deste trabalho é analisar a viabilidade de operação de uma embarcação para o transporte de contêineres, na hidrovia Tietê-Paraná, que possibilitaria a prática da intermodalidade hidro-rodoviária na região Sudeste e Centro-Oeste do Brasil. Para isso, criou-se um conceito de embarcação, autopropelida e autocarregável e, a seguir, fez-se um estudo de viabilidade econômica através do método de análise de cenários. Este estudo apresenta somente cenários de ocupação da embarcação em uma mesma rota, porém são necessários estudos complementares que analisem a operação com variação na quantidade de paradas, nos tempos de carga e descarga e com infraestrutura de terminais. Na situação em que se apresenta o transporte de cargas no Brasil, utilizando-se majoritariamente do modal rodoviário, e no que tange a expansão de mercados e crescimento da economia, são necessárias adoções de novas medidas tecnológicas para melhorar o desempenho do transporte de cargas. Nesse sentido, este estudo aponta uma saída para o transporte interior do país, que aumenta a capacidade de transporte e diminui custos de fretes sem a necessidade de investimentos em novas vias.

**PALAVRAS-CHAVE:** Contêiner. Hidrovia Tietê-Paraná. Intermodalidade. Transporte hidroviário.

## **FEASIBILITY OF OPERATION OF A SELF-PROPELLED AND SELF-LOADING VESSEL FOR CONTAINER TRANSPORT IN TIETÊ-PARANÁ**

### **ABSTRACT**

In the scenario that presents transportation in Brazil, when it comes to expanding markets for developing the country, adoptions are required of new economic and technological measures for achieving these goals. This study shows a new departure for the transport within the country, improving its flow capacity of production, speeding up the process, reduction of freight costs and favoring the opening of new investments in the sector. That would come as an extra incentive for the development of the Midwest and Southeastern region of Brazil. The aim of this study is to analyze the feasibility of operating a self-propelled vessel, equipped for handling containers, without the need of a complex infrastructure with terminals for storage and handling of containers, by waterways of Tietê-Parana to supply the market in the region. As the technology of container transport is not used in the country, the study will be conducted with scenario building as a methodology and the adoption of approaches of concept for a project of naval engineering.

**KEYWORDS:** Container. Intermodality. Tietê-Paraná. Water Transport.

# **VIABILIDAD DE LA OPERACIÓN DE EMBARCACIÓN AUTOPROPULSADA Y AUTOCARGABLE PARA TRANSPORTE DE CONTENEDORES EN LA HIDROVÍA TIETÊ-PARANÁ**

## **RESUMEN**

La operación intermodal presenta ventajas operacionales en relación a la operación unimodal, pues puede aprovechar mejor las modalidades de transporte. El objetivo de este trabajo es analizar la viabilidad de operación de una embarcación para el transporte de contenedores, en la hidrovía Tietê-Paraná, que posibilitaría la práctica de la intermodalidad hidro-carretera en la región Sudeste y Centro-Oeste de Brasil. Para eso, se creó un concepto de embarcación, autopropulsada y autocargable y, a continuación, se hizo un estudio de viabilidad económica a través del método de análisis de escenarios. Este estudio presenta solamente escenarios de ocupación de la embarcación en una misma ruta, sin embargo son necesarios estudios complementares que analicen la operación con variación en la cantidad de paradas, en los tiempos de carga y descarga y con infraestructura de terminales. En la situación en que se presenta el transporte de cargas en Brasil, utilizándose mayoritariamente del modal carretero, y en lo que se refiere a la expansión de mercados y crecimiento de la economía, son necesarias adopciones de nuevas medidas tecnológicas para mejorar el desempeño del transporte de cargas. En ese sentido, este estudio apunta una salida para el transporte interior del país, que aumenta la capacidad de transporte y disminuye costos de fletes sin la necesidad de inversión en nuevas vías.

**PALABRAS-CLAVE:** Contenedor. Hidrovía Tietê-Paraná. Intermodalidad. Transporte hidroviario.

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país de grande extensão territorial que utiliza as rodovias como principal modal de sua matriz de transporte. Geralmente, países grandes como o Brasil utilizam modais mais baratos e eficientes como principal meio de transporte, é o caso dos Estados Unidos e da Rússia, com o modal ferroviário. O uso exagerado da rodovia encarece o preço do transporte e prejudica o desempenho da indústria brasileira, pois torna os produtos mais caros.

O transporte hidroviário apresenta os menores custos da matriz de transporte e pode contribuir para diminuir os custos de transportes brasileiros. Porém, alguns fatores prejudicam sua utilização: velocidade baixa, pequena rede viária e maioria das embarcações destinadas a produtos a granel.

Atualmente, o tipo de carga mais transportado na navegação de interior é o granel. São, geralmente, cargas de baixo valor agregado.

Para aumentar a quantidade de carga transportada nas hidrovias existem duas alternativas: transportar maior quantidade das cargas atuais ou ampliar o transporte para outros tipos de carga.

Este trabalho busca realizar um estudo referente à segunda alternativa

citada: ampliar os tipos de carga transportada através de barcas para o transporte de contêineres.

O uso de contêineres no transporte, embora traga alguns inconvenientes, como por exemplo, o custo de aluguel e a perda de espaço no interior do contêiner, permite o transporte de qualquer tipo de carga e a operação de barcas expressas.

Os Estados Unidos, países europeus, Rússia e China adotam a prática de transportar contêineres por vias fluviais e aproveitam o seu potencial hidroviário. No Brasil, essa prática ainda não acontece.

As cargas tipicamente transportadas por contêineres apresentam maior valor agregado e necessitam de um transporte mais rápido e confiável. Estão, na maioria das vezes, dispersas territorialmente, longe das hidrovias e não apresentam quantidade suficiente para ocupar uma embarcação inteira.

Portanto, para viabilizar o transporte hidroviário de contêiner é preciso uma embarcação com maior velocidade de navegação e de manobra em pontes e eclusas. Ela deve realizar o carregamento e descarregamento sem necessidade de infraestrutura cara, possibilitando maior número de terminais, e permitir a intermodalidade de transporte, ampliando sua área de atuação.

Buscando agrupar as características citadas, este trabalho desenvolve o conceito de uma embarcação autopropelida e autocarregável para o transporte de contêineres na hidrovía Tietê-Paraná, para, posteriormente, verificar sua viabilidade econômica de operação.

Serão analisados aspectos técnicos das hidrovias que determinam as dimensões das embarcações e definidos os parâmetros da embarcação.

A hidrovía Tietê-Paraná foi escolhida para este estudo por estar próxima ao porto de Santos, que movimenta grande quantidade de contêineres.

Escolheu-se um veículo autopropelido visando aumentar a velocidade de navegação, bem como facilitar a manobra em pontes e eclusas.

Optou-se por um veículo autocarregável visando possibilitar maior número de terminais com estrutura simples, pois os equipamentos de carga e descarga ficam no veículo.

Trata-se de um estudo importante, pois visa ampliar o tipo de carga atualmente transportado pela hidrovía e, sobretudo, criar uma alternativa que pode vir a melhorar o desempenho da matriz de transporte brasileira.

## **2 O TRANSPORTE INTERMODAL**

O transporte intermodal é o uso de mais de uma modalidade para transportar a

carga da origem até seu destino (DEWITT e CLINGER, 2000).

O transporte hidroviário, devido a sua rede viária restrita, necessita de apoio de outros modais, como por exemplo, o rodoviário e ferroviário. Além disso, em uma operação intermodal, são necessários elementos de apoio: uma infraestrutura de vias e terminais operantes, documentação unificada, fluxo direto de informações, movimentações e transferências.

A intermodalidade é extremamente importante, pois possibilita a prática de transporte com custos mais equilibrados e maximiza o uso de modalidades mais restritas e baratas como a hidroviária.

### **2.1 A hidrovía Tietê-Paraná**

A hidrovía do rio Paraná possui 1.020 km de vias navegáveis, estendendo-se da Usina Hidrelétrica de Itaipu, situada no município de Foz do Iguaçu - PR, até a barragem da Usina Hidrelétrica de São Simão situada no rio Paranaíba, município de São Simão, estado de Goiás.

O rio Paraná é foz do Rio Tietê e liga-se a ele através do canal de Pereira Barreto, nas proximidades da usina de Jupiá. O rio Tietê nasce na Serra do Mar e corre para o interior, é navegável no trecho entre a cidade de Conchas e sua foz (ADMINISTRAÇÃO DA HIDROVIA DO PARANÁ, 2010).

O rio Tietê é utilizado para a geração de energia elétrica e apresenta uma

série de represas com eclusas para que as embarcações possam transpor as diferenças de nível.

Como toda hidrovia navegável, a via Tietê-Paraná não foge à regra e apresenta particularidades no que diz respeito à navegabilidade. Diferentemente do modal marítimo, as vias fluviais possuem restrições bem maiores, como por exemplo, o regime de chuvas ao longo do ano que tornam uma região navegável em imprópria para a navegação.

Padovezi (2003) diz que “nos rios, geralmente, aparecem restrições de profundidade, trechos estreitos, curvas fechadas, que exigem cuidados especiais com os sistemas de propulsão e manobras das embarcações”.

## 2.2 Embarcações

Existem tipos diferentes de embarcações para cada tipo de movimentação de carga. As mais utilizadas nas vias fluviais são as chatas rebocadas para o transporte de carga a granel.

As embarcações seguem um padrão para que não haja problemas na locomoção, pois existem fatores que limitam sua operação, são eles: barragens, pontes e rotas de navegação com tamanhos máximos e mínimos de altura, largura, comprimento e calado.

Takahashi (1996) afirma que o comboio típico das hidrovias do rio Tietê e do rio Paraná são distintos. No rio Paraná

é possível utilizar-se de barcas maiores. No rio Tietê, na maioria das vezes, utiliza-se um rebocador para o deslocamento de duas chatas.

A embarcação-tipo para cargas na hidrovia Tietê-Paraná utiliza rebocadores responsáveis pela movimentação de várias chatas acopladas, como se pode observar na Figura 1. Essa tecnologia acarreta em uma velocidade extremamente limitada, dificuldade de manobras ao decorrer da hidrovia e no desmembramento lento das chatas para a eclusagem.

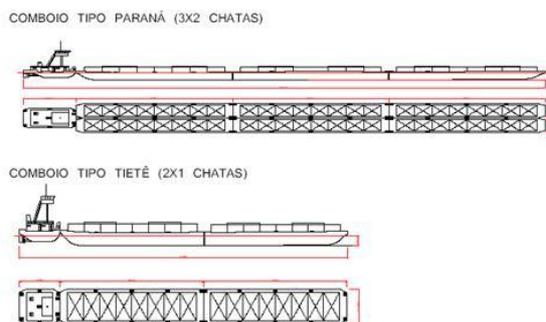


Figura 1- Embarcações-tipo das hidrovias Tietê e Paraná.

Fonte: ADMINISTRAÇÃO DA HIDROVIA DO PARANÁ, 2010.

Se uma embarcação pretende circular pelas duas hidrovias, suas dimensões deverão obedecer às medidas mínimas entre elas.

Embarcações autopropelidas não formam comboios, são veículos unitários capazes de gerar força propulsora e acomodar cargas em um veículo único, como os navios.

São capazes de transportar menor quantidade de carga e requerem maior quantidade de mão de obra, se comparados aos comboios. Porém, não necessitam de desmembramentos para atravessar pontes e eclusas e são mais fáceis de manobrar, portanto, são mais rápidas.

Para navegar sem dificuldades, tanto em épocas de cheias quanto em períodos de estiagem, as embarcações devem respeitar os limites máximos das hidroviárias, são eles: comprimento, altura, calado e boca. Isso também é válido para que possam utilizar corretamente o sistema das eclusas e, assim, aproveitar toda a extensão da hidrovia.

A Figura 2 mostra uma embarcação autopropelida em uma via fluvial de Portugal.



Figura 2 – Autopropelido navegando no Rio D'Ouro (Portugal/Espanha)

Fonte: FERREIRA, V. 2009.

## 2.3 Fórmulas utilizadas para definir a embarcação

Para definir a capacidade de transporte da embarcação, bem como a quantidade de consumo e peso, é necessário estimar parâmetros de sua construção. As fórmulas apresentadas a seguir são utilizadas para esse fim.

Entre os cálculos necessários estão: potência da embarcação, o consumo de combustível e lubrificante e flutuabilidade. É oportuno salientar que os cálculos efetuados não foram feitos com o intuito de realizar o projeto de uma embarcação, mas sim de criar estimativas para a análise do conceito proposto.

As dimensões da embarcação dependem de sua flutuabilidade, que pode ser calculada com a seguinte fórmula de deslocamento:

$$\Delta_{total} \dot{=} L.B.H.cB.d (H_2O)$$

Onde:

H: calado [metros];

cB : coeficiente de Bloco [0,8-0,9];

d: densidade da água [ton/m<sup>3</sup>];

B= boca total da embarcação [metros];

L= comprimento total [metros];

Foram adotados os valores de 0,9 para o coeficiente e bloco e de uma tonelada por metro cúbico para a densidade da água

Após definir as dimensões da embarcação, é necessário estipular a potência necessária para a navegação. Primeiramente, é necessário calcular a potência efetiva em HP, para depois calcular a potência instalada que será utilizada na embarcação.

A seguir, observa-se a fórmula da potência efetiva e da potência instalada.

$$EHP \uparrow \frac{Rt.V}{75}$$

$$IHP \uparrow 1,2.EHP$$

Onde:

EHP: potência efetiva [HP];

Rt: resistência hidrodinâmica total [Kgf];

V: velocidade de cruzeiro [m/s];

IHP: potência instalada

Foi adotada uma velocidade de 20 km/h para a embarcação.

## 2.4 Terminais

Para o transporte de contêineres pela hidrovía, são necessários portos intermodais, que servem como conexão entre os veículos de carga aquáticos e os veículos de carga por terra (BIRD, 1971). Fanti (2007) descreve a estrutura típica de um terminal de contêineres.

Os terminais para contêineres, de maneira geral, são formados pelo cais e pela retroárea. O cais é a estrutura que recebe

os equipamentos de carga e descarga (portêineres, *Reach Stacker*, MHC –

“*Mobile Harbour Crane*”, carretas, entre outros), os esforços de atracação e amarração dos navios (...) e também as ações geotécnicas (...). A retroárea é o local onde são movimentados e armazenados os contêineres(...).

Terminais típicos necessitariam de investimentos altos que poderiam inviabilizar o empreendimento, mas uma alternativa seria a construção de terminais simples, com poucos equipamentos de movimentação de contêineres e pátios sem grande infraestrutura.

Andrade (2002) ressalta que, para que a hidrovía tenha condições para o transporte de cargas, além dos terminais bem estruturados, há necessidade de algumas instalações ao longo da via, como: oficinas, estaleiros para manutenção de embarcações, suporte para abastecimento tanto de combustíveis, como de viveres.

## 2.5 A utilização de contêineres

O contêiner unitiza a carga, facilita o transbordo, contribui para diminuir o tempo de carregamento e descarregamento, diminui custos de movimentação e apresenta dimensões padronizadas que possibilitam o intercâmbio entre modais. Além disso, protegem a carga contra perdas e danos.

Os contêineres mais utilizados são de vinte e quarenta pés de comprimento e seguem características determinadas pela *International Standards Organization* (ISO) (TEIXEIRA, 2007).

A utilização de contêineres em um veículo fluvial possibilita o transporte simultâneo de vários tipos de carga, o que amplia as possibilidades de transporte. Esse fato é interessante, pois permite oferecer frete aos mais variados tipos de produtos, aumentar o número de clientes potenciais e, conseqüentemente, a probabilidade de operar com níveis de ocupação maiores.

Permite, também, trabalhar com operação expressa, operar de maneira contínua, com horários definidos para chegadas e partidas e vender fretes unitários, para um ou mais contêineres.

Além disso, traz vantagens para o remetente, pois a adoção dos contêineres possibilita o transporte de pequenas quantidades de carga e, ao mesmo tempo, o menor custo do transporte hidroviário, sem que seja necessário acumular carga para completar uma embarcação. Como resultado, eleva-se o nível de serviço oferecido pela hidrovia, mas ainda assim mantendo a sua maior atratividade que é o baixo custo.

## 2.6 Viabilidade econômica

A viabilidade econômica pode ser calculada a partir da equação de valor presente líquido de uma série uniforme.

$$VPL = -I - \frac{U}{(1+i)^n} + \frac{Vr}{(1+i)^n}$$

onde:

VPL : valor presente líquido

I: investimento inicial

U: valor da parcela de receita;

i: taxa de oportunidade [ao mês];

n: número de períodos [meses];

Vr: valor residual.

## 3 METODOLOGIA EMPREGADA

A metodologia empregada, neste estudo, foi a análise de cenários. O objetivo foi testar o comportamento da viabilidade econômica, modificando-se variáveis de estudo. Foram elaboradas planilhas eletrônicas com informações sobre a embarcação, a hidrovia e a região.

Segundo Marcial e Grumbach (2008), o método de análise de cenários não é uma ferramenta para prever acontecimentos futuros, mas sim para analisar diversas possibilidades factíveis e suas conseqüências sobre o objeto de estudo.

Para Schwartz (2000), a criação de cenários é um modo de colocar em pauta situações alternativas no futuro. Schoemaker (1991) define os cenários

como a apresentação de um futuro plausível consideravelmente detalhado.

Os cenários adotados são baseados na ocupação de carga para cada situação.

### 3.1 Aspectos técnicos da embarcação

A embarcação é um cargueiro autopropelido comum, concebido para operar na hidrovia Tietê-Paraná. Na Tabela 1, podem-se observar as medidas máximas permitidas na hidrovia e as medidas utilizadas na embarcação proposta.

Tabela 1. Dimensões máximas e utilizadas na embarcação para a hidrovia Tietê-Paraná. [Dados em metros]

Dimensões	Máximo	Utilizado
Altura máxima	7	7
Comprimento máximo	137	117
Boca	11	11
Calado	2,9	2,45

Fonte: TAKAHASHI, G. A. 1996

De acordo com as fórmulas descritas, foi possível determinar a capacidade máxima da embarcação e, com base nas dimensões limites, chegou-se ao máximo de 81 contêineres de 40 pés, distribuídos nove linhas, três colunas e três empilhamentos.

O sistema de carregamento deve ser ro-ro, os contêineres são levados a bordo da embarcação por um veículo, através de uma rampa retrátil de acesso. No interior da embarcação, os contêineres são retirados ou colocados no veículo com o auxílio de um pórtico, que também coloca os contêineres em seus respectivos berços. A Figura 3 ilustra o carregamento e o descarregamento dos contêineres dentro da embarcação.



Figura 3 – Ilustração do carregamento de contêineres por acesso em rampa.

O pórtico movimenta o contêiner através de elevação e seu movimento longitudinal pode ser feito sobre trilhos.

A Figura 4 mostra um corte longitudinal da embarcação proposta para ilustrar o carregamento dos contêineres.



Figura 4 - Detalhe longitudinal da embarcação.

O pórtico instalado na embarcação deve ser capaz de percorrer toda a área de

carga e retrair-se para que a embarcação não ultrapasse sete metros de altura. O mesmo deve ocorrer com a cabine que pode ser erguida e baixada por um braço hidráulico, adaptando-se às diferentes situações das hidrovias.

Para entendimento de aspectos gerais da cabine da embarcação, a Figura 5 apresenta a vista da proa da embarcação.

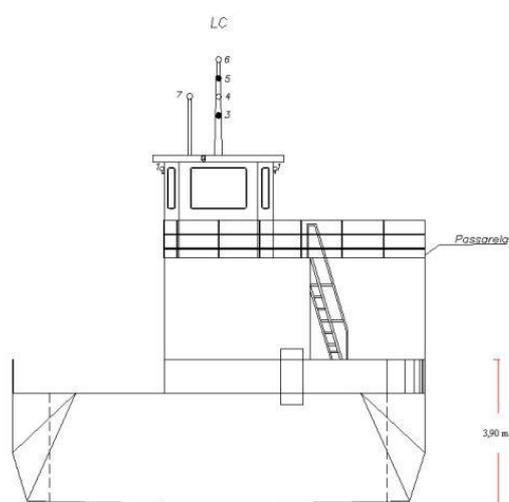


Figura 5 – Detalhe da proa.

Com a embarcação devidamente dimensionada, podem-se calcular valores de sua capacidade de carga, potência, velocidade operacional, velocidade média, consumo de combustível, tripulação, tempo de atracação, tempo de carga/descarga e custeio da embarcação.

A tripulação necessária para operar a embarcação, considerando uma operação de 24 horas por dia, deve compor-se de 7 trabalhadores, divididos em: 2 marinheiros de máquinas, 2 marinheiros de convés, 1 cozinheiro, 1 imediato e 1 piloto condutor.

Cada contêiner utilizado de 40 pés carregado pesa cerca de 30 toneladas, somando-se ao máximo de 81 contêineres que o autopropelido poderia levar, o peso seria de, aproximadamente, 2.430 toneladas de carga útil mais o peso da embarcação de 570 toneladas (obtido pela soma do peso do casco, da casaria, das máquinas, motores e equipamentos) o que daria no peso total um valor de aproximadamente 3.000 toneladas. Com essa quantidade de peso, a embarcação poderia navegar, com margem de segurança, normalmente com dois motores de 620 HP de potência a uma velocidade média de 20 km/h em um trajeto de 760 km, consumindo em média 10 litros de diesel/km.

No entanto, a velocidade média será menor, pois devem ser considerados tempos de parada para carregamento, eclusagem e manobras em pontes.

O tempo de eclusagem na rota escolhida de São Simão a Anhembi, que é equivalente a 760 km pela hidrovia, seria de aproximadamente 1 hora por eclusa, totalizando 5 horas para o serviço de eclusagem.

Há também os tempos de atracação e tempo de carga/descarga. Foram adotadas 4 horas para operação de carregamento e descarregamento, em um total de 81 contêineres, sendo um pouco mais de 1 minuto por contêiner. O tempo de atracação e desatracação é de

aproximadamente 20 minutos cada em um terminal.

Na Tabela 3, estão relacionados os dados relativos aos custos de operação adotados no estudo. Considerou-se um frete de 50% do frete cobrado pelo modal rodoviário, já incorporados custos de transbordo.

Tabela 3 – Valores para a base de cálculos.

Itens	Valores
Valor da embarcação [R\$]	6.000.000,00
Custo do frete rodoviário [ton]	130,00
Capacidade da embarcação [ton]	2430,00
PBT da embarcação [ton]	3000,00
Preço do diesel [R\$]	1,80
Combustível [litros/viagem]	1.824,64
Consumo [litros/km.ton]	0,00494
Taxa de retorno mensal	0,7%

Nas análises de cenários serão adotadas as ocupações de carga da embarcação em 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90% e 100%, respectivamente nos cenários 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9.

Considerando-se que esta embarcação navegue 24 horas por dia, dependendo da porcentagem de carga que ela levasse em uma viagem, teria uma velocidade média, ciclo total de viagem e números de viagens diferentes como será mostrado na análise de cada cenário na Tabela 4.

Tabela 4 – Cálculo dos tempos envolvidos na rota São Simão/Anhembi

	Cenários								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Velocidade operacional [km/h]	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Velocidade média [km/h]	17,09	16,94	16,79	16,64	16,50	16,36	16,22	16,08	15,94
Distância [km]	760,00	760,00	760,00	760,00	760,00	760,00	760,00	760,00	760,00
Tempo de atracação [h]	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67
Eclusagem [h]	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Tempo de eclusagem [h]	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Tempo de carga/descarga [h]	0,80	1,20	1,60	2,00	2,40	2,80	3,20	3,60	4,00
Ciclo total de viagem [h]	44,47	44,87	45,27	45,67	46,07	46,47	46,87	47,27	47,67
Nº de viagens [mês]	16,19	16,05	15,91	15,77	15,63	15,49	15,36	15,23	15,10

### 3.2 Custos operacionais

Foram levados em consideração os custos operacionais diretos e indiretos para o cálculo do lucro da embarcação para cada cenário. As tabelas 5, 6 e 7 apresentam o subtotal de cada custo presente nas operações durante um mês.

Os custos operacionais diretos fixos são mostrados na tabela 5. Neles estão inclusos a depreciação da embarcação, o custo total da mão de obra, os seguros e a documentação.

Já os custos operacionais diretos variáveis dependem de fatores como a ocupação de carga para o cálculo do combustível e lubrificante e manutenção corretiva e preventiva.

Tabela 5 – Custos operacionais diretos fixos (mês)

Setores	Valor
Depreciação	R\$ 22.500,00
Mão de Obra	R\$ 15.000,00
Seguros	R\$ 90.000,00
Documentação	R\$ 300,00
Manutenção	R\$ 240.000,00
Subtotal	R\$ 127.800,00

Tabela 6 – Custos operacionais diretos variáveis (mês) – Cenários 1 a 4

Cenário	Custo de combustível e lubrificantes
1	R\$ 53.179,87
2	R\$ 79.058,63
3	R\$ 104.480,03
4	R\$ 129.456,10
5	R\$ 153.998,42
6	R\$ 178.118,22
7	R\$ 201.826,29
8	R\$ 225.133,10
9	R\$ 248.048,74

Os custos operacionais indiretos são os custos administrativos e de planejamento, considerados neste estudo como sendo de R\$ 15.000,00.

A receita esperada para cada cenário é formada pelo frete referente à carga transportada e o número de viagens disponíveis. A Tabela 8 mostra os valores finais de lucratividade, levando-se em consideração a quantia arrecadada e os custos operacionais para cada ocupação de carga na embarcação. Com as informações coletadas, pode-se perceber o aumento gradativo de receita e despesa de acordo com a ocupação de carga para cada cenário.

A viabilidade econômica de cada cenário também está na Tabela 8. Fez-se o cálculo em função de alguns valores, entre eles: o investimento inicial, lucro (diferença entre receita e custos), taxa de oportunidade (ao mês), número de meses e

o valor residual. Como se pode ver, ela foi calculada em um período total de 20 anos

por se tratar de ser o período da depreciação total da embarcação.

Tabela 8 – Viabilidade econômica do empreendimento para diferentes ocupações do veículo

Cenário	Receita mensal [R\$]	Despesa mensal [R\$]	Lucro mensal [R\$]	Ocupação do veículo	Valor presente líquido em 20 anos [R\$]
1	511.502,25	435.992,87	75.509,38	20%	2.989.789,08
2	760.413,08	461.872,63	298.540,45	30%	28.878.344,19
3	1.004.924,89	487.295,03	517.629,86	40%	54.309.367,55
4	1.245.153,28	512.272,10	732.881,19	50%	79.294.881,90
5	1.481.209,84	536.815,42	944.394,42	60%	103.846.492,40
6	1.713.202,30	560.936,22	1.152.266,08	70%	127.975.404,59
7	1.941.234,71	584.645,29	1.356.589,42	80%	151.692.441,48
9	2.165.407,62	607.953,10	1.557.454,52	90%	175.008.059,70
10	2.385.818,18	630.869,74	1.754.948,44	100%	197.932.364,89

#### 4 CONCLUSÃO

A viabilidade econômica se confirma, mesmo em casos de baixa ocupação e de gastos com manutenção e mão de obra especializada, através do alto retorno financeiro ao fim do período de análise.

Uma embarcação desse tipo poderia diminuir o fluxo de veículos rodoviários pela região e implicaria em uma redução de custos logísticos e do impacto ambiental.

O baixo custo do transporte hidroviário torna-o vantajoso, principalmente no Brasil, porque não existem alternativas ao transporte rodoviário.

Este artigo é o início de um estudo maior que deverá analisar outros aspectos:

como a demanda de contêineres na região, o preço final do frete para o remetente da carga, tempos de carga e descarga para a tecnologia descrita, custos de operação de terminais ao longo do trajeto, operação com várias paradas e ampliação da atuação até Foz do Iguaçu.

Para a construção deste autopropelido seria necessário um projeto de engenharia naval consistente, pois as informações contidas neste estudo são baseadas somente em um conceito teórico realizado para uma análise econômica através da criação de cenários futuros.

## REFERÊNCIAS

ADMINISTRAÇÃO DA HIDROVIA DO RIO PARANÁ. **Trechos da hidrovia do Paraná.** Disponível em: <[http://www.ahrana.gov.br/download/ahidrovia/TRECHOS\\_HIDROVIA\\_DO\\_PARANA.jpg](http://www.ahrana.gov.br/download/ahidrovia/TRECHOS_HIDROVIA_DO_PARANA.jpg)>. Acesso em: 13 maio 2010.

ADMINISTRAÇÃO DA HIDROVIA DO RIO PARANÁ. **Dados e informações sobre a hidrovia do rio Paraná.** Disponível em: <[http://www.ahrana.gov.br/download/dadoseinformacoes/DADOS\\_E\\_INFORMACOES\\_VERSAO%20FINAL\\_JAN\\_10.pdf](http://www.ahrana.gov.br/download/dadoseinformacoes/DADOS_E_INFORMACOES_VERSAO%20FINAL_JAN_10.pdf)>. Acesso em: 23 maio 2010.

ALFREDINI, P. **Obras e gestão de portos e costas.** São Paulo: Editora Edgard Blücher. 2005.

ANDRADE, L. E. C. **Um estudo sobre terminais intermodais para granéis sólidos.** 246 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Naval e Oceânica. São Paulo: Universidade de São Paulo. 2002.

BIRD, J. **Seaports and seaport terminals.** Hutchinson University Library, 1971.

DEWITT W. e CLINGER J. **Intermodal freight transportation.** Committee on international freight transport 2000. Disponível em: <<http://www.trb.org>>. Acesso em: 09 mar. 2010.

FANTI, F. D. **Concepção, métodos construtivos e dimensionamento de terminais para contêineres.** 190f. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Estruturas e Geotécnica. São Paulo: Universidade de São Paulo. 2007.

FERREIRA, V. **Autopropelido fluvial.** 2009. Disponível em: <[http://2.bp.blogspot.com/\\_kS4dB4N3NEg/Smro8\\_Y6e8I/AAAAAAAAAHg/oANqSk5yBZ0/s1600-h/HPIM0747%5B1%5D](http://2.bp.blogspot.com/_kS4dB4N3NEg/Smro8_Y6e8I/AAAAAAAAAHg/oANqSk5yBZ0/s1600-h/HPIM0747%5B1%5D)>. Acesso em: 27 maio 2010.

MARCIAL, E. C. e GRUMBACH, R. J. S. **Cenários prospectivos: como construir um futuro melhor.** 5ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2008. 228p.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. **As administrações hidroviárias brasileiras.** Disponível em: <<http://www.transportes.gov.br/bit/hidroviarias/mapas/admin-hidro/admhid.htm>>. Acesso em: 20 maio 2010.

PADOVEZI, C. D. **Conceito de embarcações adaptadas à via aplicado à navegação fluvial no Brasil.** Tese de doutorado Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Naval e Oceânica. Ed. Rev. São Paulo, 2003. 215p.

SCHOEMAKER, P. J. H. "When and How To Use Scenario Planning," **Journal of Forecasting**, vol.10, 1991, p.549-564.

SCHWARTZ, P. **A arte da visão de longo prazo:** planejando o futuro em um mundo de incertezas. São Paulo: Best Seller. 2000. 216p.

TAKAHASHI, G. A. (Coord.) **Navegando no Tietê-Paraná:** cartilha de navegação para a hidrovia Tietê-Paraná. São Paulo: CESP. 1996. 94p.

TEIXEIRA, K. M. **Investigação de opções de transporte de carga geral em contêineres nas conexões com a região Amazônica.** São Carlos: Universidade de São Paulo. 2007. 235p.