



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PROCESSOS  
MESTRADO PROFISSIONAL

**ANÁLISE OPERACIONAL E ECONÔMICA DO MODELO DE Balsa  
TANQUE UTILIZADO NO TRANSPORTE HIDROVIÁRIO DE  
COMBUSTÍVEL NO RIO MADEIRA**

**Ranildo de Jesus Barbosa**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos – Mestrado Profissional, PPGEP/ITEC, da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Processos.

Orientador: Eduardo de Magalhães Braga

Belém

Junho de 2017

**ANÁLISE OPERACIONAL E ECONÔMICA DO MODELO DE Balsa  
TANQUE UTILIZADO NO TRANSPORTE HIDROVIÁRIO DE  
COMBUSTÍVEL NO RIO MADEIRA**

Ranildo de Jesus Barbosa

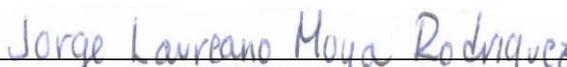
DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO PROGRAMA DE  
PÓSGRADUAÇÃO EM ENGENHARIA PROCESSOS – MESTRADO  
PROFISSIONAL (PPGEP/ITEC) DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ COMO  
PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE  
MESTRE EM ENGENHARIA DE PROCESSOS.

Examinada por:



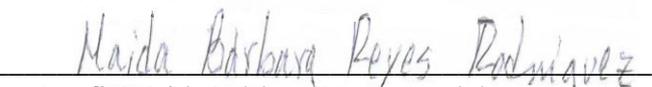
---

Prof. Eduardo de Magalhães Braga, Dr.  
(PPGEP/ITEC/UFPA - Orientador)



---

Prof. Jorge Laureano Moya Rodríguez, Dr.  
(PPGEP/ITEC/UFPA - Membro)



---

Profª. Maida Bárbara Reyes Rodríguez, Dra.  
(UNIVERSIDADE DE LAS VILLAS - Membro)

BELÉM, PA - BRASIL

JUNHO DE 2017

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da UFPA**

---

Barbosa, Ranildo de Jesus, 1976-

Análise operacional e econômica do modelo de balsa tanque utilizado no transporte hidroviário de combustível no Rio Madeira / Ranildo de Jesus Barbosa - 2017.

Orientador: Eduardo de Magalhães Braga

Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Federal do Pará. Instituto de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Processos, 2017

1. Transporte fluvial - Aspectos econômicos 2. Transporte fluvial- Madeira, Rio (RO e AM) 3. Transporte em águas interiores- Custo operacional 4. Hidrovias 5. Balsas I. Título

CDD 22.ed.386.3

---

*Este trabalho é dedicado aos meus pais (Raimundo Dias Barbosa e Dulcinea Pereira de Jesus), à minha esposa (Katiane Pantoja dos Santos) e aos meus filhos (Caroline, Carlos Eduardo, Felipe e Anna Júlia) por todo o apoio e compreensão e ao meu orientador por me ajudar atingir mais esta importante etapa tão importante da minha vida.*

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço ao todo poderoso Deus por desde sempre me dar força para vencer as adversidades que a vida me proporciona. Oriundo de uma comunidade quilombola do município de Oriximiná (Boa Vista), tenho certeza que cada etapa vencida na vida só é possível com a ajuda do meu Deus amado.

Também gostaria de eternizar meus sinceros agradecimentos aos meus pais Raimundo Dias Barbosa e Dulcinea Pereira de Jesus, por serem a base de tudo que sou e fonte de expiração para buscar novas conquistas, bem como a minha esposa Katiane Pantoja dos Santos, que mesmo nos momentos que achei que esse sonho não seria mais possível, sempre me incentivou a não desistir de concluir mais esse sonho.

Tenho uma imensa admiração e gratidão por meu orientador, professor Dr. Eduardo de Magalhães Braga, por estar junto comigo neste projeto, pela paciência em revisar cada material enviado, bem como os conselhos e orientações visando me direcionar de forma objetiva para o desenvolvimento desta dissertação.

Gostaria também de agradecer à Oziel Mustafa dos Santos Cia Ltda, que serviu de base para minha pesquisa, tornando possível avaliar as inúmeras embarcações de tamanho e calados diferentes, enriquecendo meus conhecimentos para a realização da minha dissertação.

Ao Instituto de Tecnologia e Educação Galileo da Amazônia (ITEGAM) e à Universidade Federal do Pará (UFPA), por proporcionarem este curso em Manaus/AM, tornando possível a concretização de sonhos de trabalhadores e estudantes residente na cidade de Manaus/AM e demais municípios do estado do Amazonas, não medindo esforços para formar o máximo possíveis dos alunos escritos no curso.

*“Não deixe que seus medos tomem o lugar  
dos seus sonhos”*

*(Walt Disney)*

Resumo da Dissertação apresentada ao PPGEP/UFPA como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Processos (M. Eng.)

**ANÁLISE OPERACIONAL E ECONÔMICA DO MODELO DE Balsa  
TANQUE UTILIZADO NO TRANSPORTE HIDROVIÁRIO DE  
COMBUSTÍVEL NO RIO MADEIRA**

**Ranildo de Jesus Barbosa**

Junho/2017

Orientador: Eduardo de Magalhães Braga

Área de Concentração: Engenharia de Processos

Com o cenário econômico brasileiro, além dos fenômenos naturais do Rio Madeira, as empresas transportadoras fluviais de combustíveis na hidrovia do Rio Madeira precisam se reinventar para suportar a crise e projetar um novo crescimento quando este cenário passar. Para ter produtividade no transporte de combustíveis na hidrovia do Rio Madeira, se faz necessário a utilização dos meios assertivos, tornando-se obrigatório o uso de balsas e empurradores com calados compatíveis com os níveis do Rio Madeira. No cenário econômico atual, para se manter no mercado os armadores precisam cortar os custos operacionais visando equacionar com a redução dos valores das tarifas de frete praticado pelas distribuidoras de combustíveis. Transportar o máximo possível da capacidade das balsas tanques ao longo do ano, é uma maneira de minimizar custos operacionais, haja vista, com os modelos tradicionais de balsa, nos meses de julho a outubro, meses dos níveis mais baixos do Rio Madeira, que pode chegar a 2 metros de calado, o volume médio transportado é 60% da capacidade, com os mesmos custos operacionais (consumo, folha de pagamento, alimentação, vistoriais e etc). Balsas com calado médio de 2,20 M possibilitam o transporte de combustível na hidrovia do Madeira, rentável para os armadores da região.

Abstract of Dissertation presented to PPGE/UFPA as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master in Process Engineering (M. Eng.)

**OPERATIONAL AND ECONOMIC ANALYSIS OF THE TANK BULLET  
MODEL USED IN THE FUEL HYDROVAL TRANSPORT IN THE MADEIRA  
RIVER**

**Ranildo de Jesus Barbosa**

June/2017

Advisor: Eduardo de Magalhães Braga

Research Area: Process Engineering

With the Brazilian economic scenario, in addition to the natural phenomena of the madeira river, the fluvial companies of fuels in the waterway of the madeira river need to reinvent to support the crisis and to project a new growth when this scenario passes. In order to have productivity in the transportation of fuels in the waterway of the madeira river, it is necessary to use the assertive means, making it compulsory to use rafts and pushers with drafts compatible with the levels of the madeira river. In the current economic scenario, in order to stay in the market, shipowners need to cut operating costs in order to deal with the reduction of freight rates charged by fuel distributors. Carrying the maximum capacity of oil rafts throughout the year is a way of minimizing operating costs, with traditional ferry models from July to October, months of the lower levels of the Reach 2 meters of draft, the average volume transported is 60% of capacity, with the same operating costs (consumption, payroll, food, surveys and etc). Ferries with a mean draft of 2.20 M allow the transport of fuel in the waterway of Madeira, profitable for the shipowners of the region.

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1 - MOTIVAÇÃO.....	4
1.2 - OBJETIVOS.....	5
<b>1.2.1 - Objetivo geral.....</b>	<b>5</b>
<b>1.2.2 - Objetivos específicos.....</b>	<b>5</b>
1.3 - CONTRIBUIÇÕES DA DISSERTAÇÃO.....	5
1.4 - ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	6
<b>CAPÍTULO 2 – REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>8</b>
2.1 - TRANSPORTE HIDROVIÁRIO BRASILEIRO.....	8
2.2 - HIDROVIA DO RIO MADEIRA.....	11
<b>2.2.1 - Estudo de viabilidade técnica, econômica e ambiental dos rios Madeira, Mamoré e Guaporé.....</b>	<b>11</b>
<b>2.2.2 - Restrições de navegação para conjunto empurrador-balsa na hidrovia do Rio Madeira.....</b>	<b>14</b>
<b>2.2.3 - Navegação noturna na hidrovia do Rio Madeira.....</b>	<b>14</b>
2.3 - SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE SEGURANÇA.....	14
2.4 - EFICIÊNCIA DOS CASCOS DUPLOS.....	15
2.5 - TERMINOLOGIAS E CONCEITOS DA NAVEGAÇÃO.....	15
<b>2.5.1 - Comprimento da embarcação.....</b>	<b>15</b>
<b>2.5.2 - Boca.....</b>	<b>15</b>
<b>2.5.3 - Calado (H).....</b>	<b>15</b>
<b>2.5.4 - Arqueação Bruta.....</b>	<b>16</b>
<b>2.5.5 - Arqueação líquida.....</b>	<b>16</b>
2.6 - METODOLOGIAS PARA ANÁLISE E CÁLCULO DE VIABILIDADE.....	16
2.7 - DEPRECIAÇÃO.....	17
<b>CAPÍTULO 3 - MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>19</b>
3.1 - MATERIAIS.....	19
<b>3.1.1 - Empurradores.....</b>	<b>19</b>
<b>3.1.2 - Balsas.....</b>	<b>20</b>
3.1.2.1 - Arranjo Geral das Balsas Tanques.....	22
3.2 - METODOLOGIA.....	23

<b>3.2.1 - Equipamentos utilizados.....</b>	<b>23</b>
3.2.1.1 - Empurrador Fluvial.....	23
3.2.1.2 - Balsas tanques.....	24
<b>3.3 - PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS.....</b>	<b>25</b>
<b>3.3.1 - Carregamento no período de cheia do Rio Madeira.....</b>	<b>25</b>
<b>3.3.2 - Carregamento no período de seca do Rio Madeira.....</b>	<b>26</b>
<b>CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>27</b>
4.1 - AVALIAÇÃO DO MODELO DE BALSA UTILIZADA NO ESTUDO.....	27
<b>4.1.1 - Viabilidade econômica no processo de transporte de combustível.....</b>	<b>27</b>
<b>4.1.2 - Ganhos na utilização do modelo atual de balsa tanque, no período de cheia do rio madeira.....</b>	<b>28</b>
<b>4.1.3 - Desvantagens da utilização do modelo atual de balsa tanque, no período de seca do rio madeira.....</b>	<b>29</b>
<b>CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....</b>	<b>30</b>
5.1 - CONCLUSÕES.....	30
5.2 - SUGESTÕES.....	31
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>32</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1	Comboio de transporte de combustíveis.....	1
Figura 1.2	Hidrovias da Bacia Amazônica.....	2
Figura 2.1	Tipo de Navegação em Tonelada.....	8
Figura 2.2	Gráfico de evolução por tipo de navegação em ton.....	8
Figura 2.3	Perfil de cargas.....	9
Figura 2.4	Hidrovia – extensão em Km.....	9
Figura 2.5	Parâmetros de Eficiência Energética, Consumo de Combustível e Emissões por Modal.....	10
Figura 2.6	Mapa com visão geral da hidrovia do Rio Madeira.....	11
Figura 3.1	Vista frontal do empurrador.....	19
Figura 3.2	Vista de Perfil da Balsa.....	22
Figura 3.3	Vista do convés Principal da balsa.....	22
Figura 3.4	Vista frontal da balsa.....	23
Figura 3.5	Empurrador Fluvial.....	24
Figura 3.6	Modelo de Balsa Tanque.....	25

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Volumes de derrocamento e dragagem (m <sup>3</sup> ) – Hidrovia Madeira Mamoré- Guaporé.....	12
Tabela 2.2	Taxas mais utilizadas em depreciação.....	17
Tabela 3.1	Características dos empurradores.....	20
Tabela 3.2	Características das balsas tanques.....	22
Tabela 3.3	Balsas carregadas no período de cheia do Rio Madeira.....	25
Tabela 3.4	Balsas carregadas no período de seca do Rio Madeira.....	26
Tabela 4.1	Comparativo operacional e financeiro entre os períodos de seca e cheia.....	28

## NOMENCLATURA

AB	ARQUEAÇÃO BRUTA
ANTAQ	AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS AMAZONAS
BNDES	BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL
BT	BALSA TANQUE
CFAOC	CAPITANIA FLUVIAL DA AMAZÔNIA OCIDENTAL
CNT	CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE
CSN	CERTIFICADO DE SEGURANÇA DA NAVEGAÇÃO
CO <sub>2</sub>	DIÓXIDO DE CARBONO
DNIT	DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE
DOT/USA	DEPARTAMENTO OF TRANSPORTATION / UNIT STATES OF AMERICAN
DPC	DIRETORIA DE PORTOS E COSTAS
EVTEA	ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA, ECONÔMICA E AMBIENTAL
HP	HORSEPOWER
INPE	INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS
MARPOL	CONVENÇÃO INTERNACIONAL PARA A PREVENÇÃO DA POLUIÇÃO POR NAVIOS
M	METRO
MT	MATO GROSSO
NBR	NORMAS BRASILEIRAS
NORMAM	NORMAS DA AUTORIDADE MARÍTIMA
NO <sub>x</sub>	ÓXIDOS DE NITROGÊNIO
NPCF	NORMAS E PROCEDIMENTO DA CAPITANIA FLUVIAL
PNMC	PLANO NACIONAL SOBRE MUDANÇAS DO CLIMA
K	QUILÔMETRO
T	TONELADA
TIR	TAXA INTERNA DE RETOR

TPB	TONELADA POR PORTE BRUTO
TKU	TONELADA POR QUILOMETRO ÚTIL
SINDARMA	SINDICATO DAS EMPRESAS DE NAVEGAÇÃO FLUVIAL NO ESTADO DO AMAZONAS
VPL	VALOR PRESENTE LÍQUIDO

# CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO

Segundo o BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Social (2015), o transporte marítimo corresponde por quase 75% do comércio internacional do Brasil e o fluvial é o mais econômico e limpo, no entanto é o menos utilizado no país. Há regiões, entretanto, que dependem quase que exclusivamente desta modalidade, como é o caso da Região Norte, onde as distâncias são grandes e as estradas ou ferrovias inexistem.

Ainda de acordo com o relatório, várias vantagens podem ser encontradas no transporte hidroviário, dentre as quais podemos citar os custos com combustíveis, que chegam a ser vinte vezes menor do que o necessário para transportar igual quantidade de carga no transporte rodoviário. A emissão de CO<sub>2</sub> com o maior uso da hidrovia também são consideravelmente menores; o transporte fluvial emite 6 vezes menos CO<sub>2</sub> na atmosfera do que o rodoviário.

O Brasil possui aproximadamente 40 mil quilômetros de extensão de rios, porém hoje só utiliza para fins comerciais aproximadamente 32%. Com um total de 9 grandes bacias, sendo que a maior delas, a Amazônica, conta com dezoito mil e trezentos quilômetros de rios, e é considerada um dos principais patrimônios hídricos do mundo (ANTAQ, 2015).

O principal modal utilizado no transporte de combustível na região amazônica é o transporte hidroviário, realizado através de balsas tanques, também chamado por alguns autores de barcaças ou chatas. A Figura 1.1 mostra um comboio utilizado para transporte de combustíveis na hidrovia do Rio Madeira.



Figura 1.1 - Comboio de transporte de combustíveis.

O Rio Madeira é um dos principais rios da região amazônica, com uma extensão total aproximada de 3.315 km, sendo o 17º maior do mundo. Ele nasce da formação de dois grandes rios, o Rio Beni, que recebe as águas do Rio Madre de Dios e descem da Cordilheira dos Andes boliviana e peruana respectivamente, com o Rio de planície Mamoré que, também, recebe água do Guaporé e traçam a fronteira entre Brasil e Bolívia e, sua foz é no Rio Amazonas, na região de Itacoatiara.

A hidrovia do Rio Madeira é um relevante eixo de escoamento de cargas, em especial devido ao seu papel de conexão entre as regiões Norte e Centro-Oeste a portos de grande porte, por onde as cargas são enviadas a outros países, no sentido jusante do Rio Madeira.

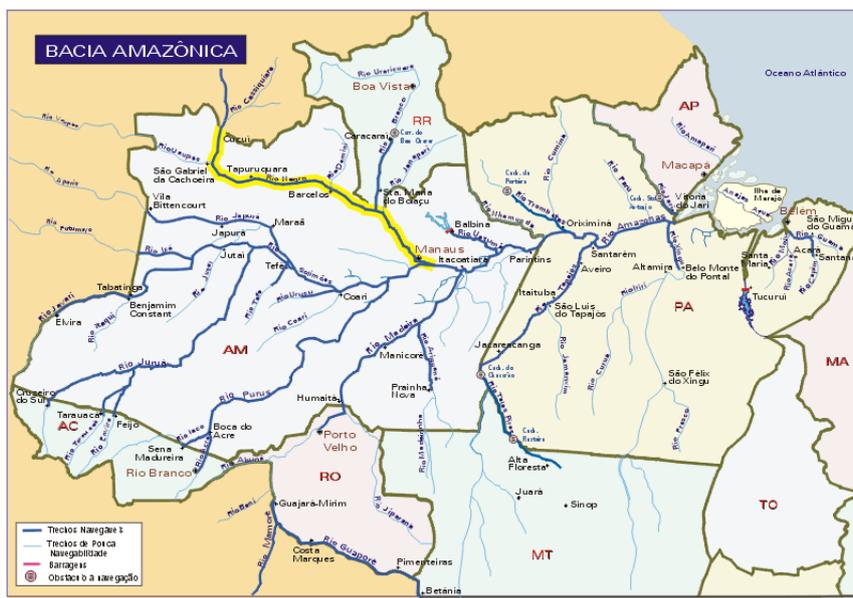


Figura 1.2 - Hidrovias da Bacia Amazônica.

Fonte: ANTAQ (2015).

Segundo dados da ANTAQ combustíveis e óleos minerais são a terceira carga (em t) transportada na hidrovia do Rio Madeira, perdendo apenas para soja e milho respectivamente.

Transportar combustível na hidrovia do Rio Madeira com a utilização de balsas tanques representa um desafio a cada ano, haja vista, o Rio Madeira ainda estar em formação, e a cada ano sofrer alterações em seu leito, principalmente os bancos de areia. Outros agravantes são os dois períodos distintos dos rios amazônicos, período de seca (julho a outubro) e cheias (fevereiro a maio), Seção 1, Capítulo 5 NPCF-CFAOC, que incidem diretamente na atividade de transporte.

Além disso, fortes pressões dos departamentos de meio ambiente inseriram medidas para reduzir os danos que por ventura possam causar ao meio ambiente, isso levou a realização de modificações nas embarcações, como por exemplo, a obrigatoriedade do casco duplo para os navios que transportam petróleo e seus derivados a partir de 1996. Esta exigência foi estabelecida pela norma MARPOL, criada na 46ª MEPC – Comitê de Proteção do Meio Ambiente Marinho.

Além dos fenômenos naturais, nos últimos anos houve alterações nos níveis de água da hidrovia do Rio Madeira, resultante da entrada em operação das duas usinas hidrelétricas localizadas no mesmo (Usina hidrelétrica de Santo Antônio e Usina Hidrelétrica de Jirau).

Neste contexto, o trabalho propõe analisar operacionalmente e economicamente o modelo de balsa tanque utilizado no transporte hidroviário de combustível na hidrovia do Rio Madeira. O método atual para seleção do tipo de balsa tanque a ser utilizado na hidrovia do Rio Madeira é basicamente em função da disponibilidade de embarcação verso o volume que se quer transportar, deixando em segundo e terceiro plano a questão do calado da embarcação e do rio.

A empresa de transporte fluvial de combustível a ser estudada, estabelecida na cidade de Manaus/AM desde 1960, no início do ano 2000 viu como oportunidade de mercado a construção de balsas tanques com porte bruto maior que 2500 toneladas, otimizando seus custos operacionais em função do volume transportado, bem como a possibilidade de oferecer aos seus clientes embarcações maiores, viabilizando o transporte de combustíveis na relação transportador/Distribuidor.

A proposta da empresa de transporte fluvial de combustíveis inicialmente visava apenas à redução dos seus custos operacionais em função do volume transportado, ou seja, transportar mais com praticamente os mesmos custos operacionais. Mas após a construção das embarcações com porte bruto superior a 2500 toneladas, foi observado que além do volume, há outro fator determinante à ser considerado no transporte de combustível na hidrovia do Rio Madeira que é o calado das embarcações, principalmente nos meses de seca intensa (julho a outubro), caso contrário, de nada adiantará levar mais combustíveis, se o calado do rio não permitir a navegação e conseqüentemente a entrega do produto ao cliente e/ou a entrega dentro do prazo contratado.

## 1.1 - MOTIVAÇÃO

As pequenas e grandes cidades da região amazônica dependem dos combustíveis que são transportados através de balsas e empurradores para seu desenvolvimento e manutenção de sua economia. Não conseguir entregar os combustíveis nos prazos e quantidade programado, gera impactos significativos nas cidades amazônicas, podendo chegar ao caos “falta de energia e o desabastecimento de combustíveis na cidade”.

Atualmente as empresas que transportam combustíveis na hidrovia do Rio Madeira, enfrentam dificuldades para realizar sua atividade, principalmente no período de seca (julho a outubro), em função da redução drástica dos níveis do calado do rio ao longo dos anos.

Em função da demanda o porte bruto das balsas tanques aumentaram substancialmente, comparado com os anos 70 e 80, quando as maiores balsas eram de porte inferior a 383 toneladas e calado médio de 1,47 metros.

De acordo com os memoriais descritivos e demais documentos da empresa estudada a partir de 2000 foram construídas novas balsas tanques com porte bruto médio de 3000 toneladas, visando aumentar a capacidade de transporte apenas em uma embarcação, conseqüentemente aumentando o calado das balsas, em média para 3,5 metros.

Na contramão da construção das grandes balsas tanques, o Rio Madeira começa a apresentar seus menores níveis de calado nos meses de seca da região amazônica.

Nos dias atuais, com base nos custos operacionais é inviável financeiramente atuar na hidrovia do Rio Madeira com balsas tanques com porte bruto dos nos 70 e 80.

Para atender a demanda de seus clientes de forma rentável, as empresas de transporte de combustíveis que atuam na hidrovia do Rio Madeira, precisam equacionar maior capacidade de volume transportado verso calado compatível com os níveis atuais da hidrovia do Rio Madeira.

Desta forma, a análise operacional e econômica do modelo de balsa tanque utilizado no transporte hidroviário de combustível no Rio Madeira foi proposto dentro de uma empresa que atua na hidrovia do Rio Madeira e que convive com a problemática de calado reduzido nos meses de julho a outubro, que precisa modernizar sua frota para continuar atuando de forma rentável. O objetivo ao final deste trabalho será, demonstrar aos armadores da região que é possível transporta combustíveis de forma rentável na hidrovia do Rio Madeira, desde que utilizado balsas compatíveis com os níveis atuais de

calado, aumentando o volume transportado com menos recursos e tempo empregado, além da manutenção dos empregos atuais de um setor que é fundamental para a região norte do Brasil.

## 1.2 - OBJETIVOS

### 1.2.1 - Objetivo geral

Avaliar operacionalmente e economicamente na prática o modelo de balsas tanques utilizados por uma empresa de transporte hidroviário de combustível na hidrovia do Rio Madeira.

### 1.2.2 - Objetivos específicos

- Conhecer os motivos que levaram os armadores que transportam combustível no Rio Madeira a optarem pelo modelo atual de Balsa Tanque;
- Apresentar as normatizações existentes para navegação restrita no Rio Madeira em função do calado do rio;
- Avaliar a utilização de balsas alternativas, para o transporte de combustível durante o período de seca do Rio Madeira (julho a outubro).

## 1.3 - CONTRIBUIÇÕES DA DISSERTAÇÃO

A contribuição desta pesquisa é analisar operacional e economicamente o modelo de balsa tanque utilizado no transporte hidroviário de combustível na hidrovia do Rio Madeira, visando demonstrar que utilizando balsa compatível com os níveis atuais do Rio Madeira é possível transportar ao longo de todo o ano o volume de 95% da capacidade da balsa tanque, contribuindo para a redução dos custos operacionais das empresas, principalmente no período de seca da região amazônica. Atualmente o calado médio das balsas tanques utilizadas na hidrovia do Rio Madeira é de 3,5 metros.

Com o surgimento da crise econômica e política brasileira, que teve início no fim 2014 com a deflagração da “Operação Lava Jato” pela Polícia Federal que atingiu profundamente o setor petrolífero, houve uma redução drástica no preço do m<sup>3</sup> transportado. Na contramão desse processo houve aumento sucessivo no preço do litro

do óleo diesel, principal insumo das empresas transportadoras, que representa em média 50% do custo operacional.

Viu-se então, a partir do cenário atual, a necessidade de acelerar o processo de construção de balsas tanques compatível com a hidrovia do Rio Madeira, principalmente no período de seca (julho a outubro)

Com as atuais balsas tanques, durante o período de seca no Rio Madeira (julho a outubro) as transportadoras são obrigadas a reduzirem o volume transportado, por restrições do calado do rio, aumentando os custos operacionais para o transporte do M<sup>3</sup>, haja vista, serem utilizados na época da seca um número maior de embarcações para transportar o mesmo volume da época de cheia do Rio Madeira, sem contrapartida por parte das distribuidoras e/ou aumento na tarifa do frete.

Para garantir que os objetivos propostos serão atingidos deve ser analisado se o modelo de balsa está de acordo com as normas da Marinha do Brasil para a navegação interior.

Assim, a análise operacional e econômica do modelo de balsa tanque utilizado no transporte hidroviário de combustível na hidrovia do Rio Madeira possui significativa relevância, pois ajudará os atuais e futuros armadores a escolherem o melhor modelo de balsa tanque para transporte de combustíveis na hidrovia do Rio Madeira, bem como poderá auxiliar o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte – DNIT a entender quais os tipos de balsas tanques são utilizados na hidrovia do Rio Madeira e o porquê.

#### 1.4 - ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

Esta dissertação é composta de quatro capítulos:

O Capítulo 1 é composto pela introdução do tema, a motivação da escolha do tema, os objetivos e suas relevâncias para a sociedade e para o transporte hidroviário de combustível no Rio Madeira.

O Capítulo 2 apresenta uma revisão da literatura sobre o transporte de combustíveis por vias interiores e as características do Rio Madeira. Também discute as interferências antrópicas na hidrovia do Rio Madeira e calado dos rios navegáveis.

O Capítulo 3 inclui a experiência prática e avaliada do modelo das balsas empregadas no transporte de combustíveis na hidrovia do Rio Madeira, detalhando o

comprimento, calado e boca mais utilizado na construção das balsas tanques regionais atuais.

As análises dos resultados e suas discussões são apresentadas no Capítulo 4 no que diz respeito a ganhos e desvantagens da utilização do modelo atual de balsa tanque no transporte de combustíveis na hidrovia do Rio Madeira, no período de cheia e seca do Rio Madeira respectivamente.

Por fim, após análise operacional e econômica do modelo de balsa tanque utilizado no transporte hidroviário de combustíveis na hidrovia do Rio Madeira, concluímos e propomos novos trabalhos para este tema, para fins de conclusão.

## CAPÍTULO 2

### REVISÃO DA LITERATURA

#### 2.1 – TRANSPORTE HIDROVIÁRIO BRASILEIRO

No Brasil o transporte em vias interiores está dividido em três tipos principais, conforme mostra Figura 2.1.

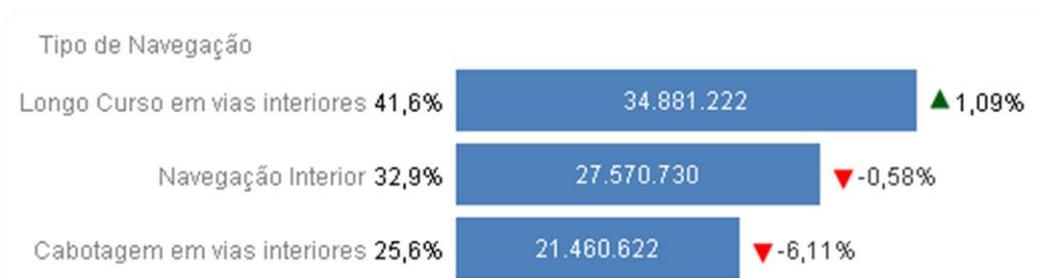


Figura 2.1 - Tipo de Navegação em Tonelada.  
Fonte: Anuário Estatístico ANTAQ (2016).

De acordo com o Anuário Estatístico da ANTAQ 2016 a navegação interior é o segundo tipo de navegação realizada em vias interiores, com 27.570.730 toneladas, o que corresponde a 32,9% do volume transportado neste modal. Em relação ao ano de 2015 houve redução de 0,58% em volume transportado.

A Figura 2.2 mostra a evolução ao longo do ano dos tipos de navegação em vias interiores, sendo que os meses de outubro e dezembro foram os piores meses para a navegação interior.

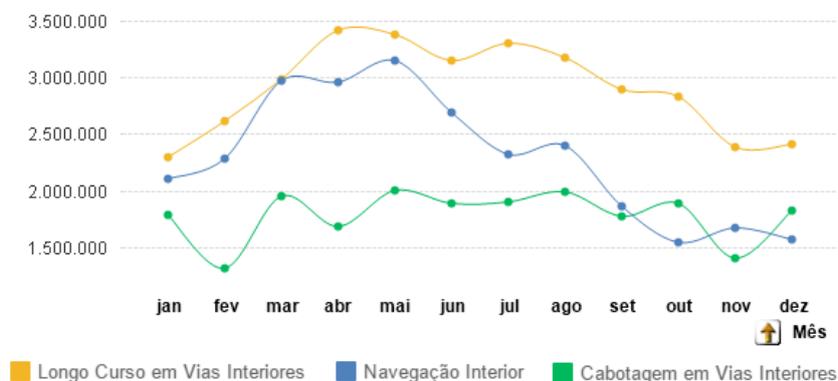


Figura 2.2 - Gráfico de evolução por tipo de navegação em ton.  
Fonte: Anuário Estatístico ANTAQ (2016).

O perfil das cargas transportadas por vias interiores no Brasil, divide-se em 4 grandes grupos, conforme detalha a Figura 2.3:

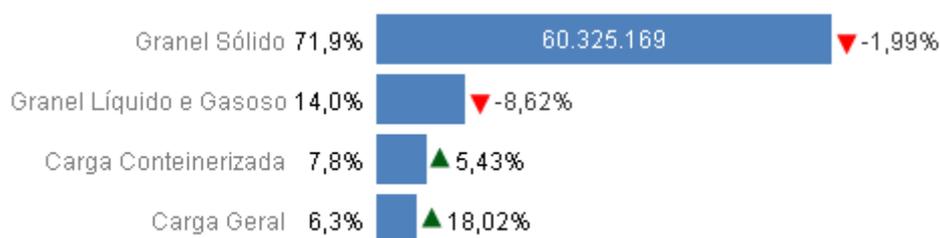


Figura 2.3 – Perfil de cargas.  
Fonte: Anuário Estatístico ANTAQ (2016).

Destaque para o granel sólido (principais produtos: bauxita, soja e milho), que corresponde a 71,9% de tudo que é transportado nas hidrovias interiores do Brasil. O granel líquido e gasoso aparece em segundo lugar com participação de 14% de tudo o que foi transportado. Comparando com 2015 houve um recuo de 8,62% em relação ao que foi transportado no ano anterior.

Estimativas da Agência Nacional de Transportes Aquaviários - ANTAQ apontam que, atualmente, são transportadas pelas hidrovias brasileiras cerca de 45 milhões de toneladas de cargas/ano, enquanto o potencial identificado é pelo menos 4 vezes maior. De acordo como o Boletim Estatístico – CNT – fevereiro 2017, apenas 50% das vias navegáveis é explorado atualmente, como mostra a Figura 2.4.

Hidrovia - extensão em Km	
Vias Navegáveis*	41.635
Vias economicamente navegadas**	22.037

Figura 2.4 – Hidrovia – extensão em Km.  
Fonte: Boletim Estatístico DNIT (2015).

No que tange aos aspectos ambientais, o transporte hidroviário possibilita a redução das emissões de gases poluentes causadores do efeito estufa. Conforme identificado no Plano Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC (2008), “essa redução dá-se em termos de emissões evitadas, uma vez que o modal hidroviário é menos emissor que o rodoviário em unidade de carga transportada”. Na mesma perspectiva, estudo realizado pelo Department of Transportation dos Estados Unidos – DOT/USA demonstra, através de parâmetros numéricos, que o modal hidroviário permite uma maior

eficiência energética, menor consumo de combustível, menores quantidades de emissões e maiores ganhos ambientais.

A Figura 2.5 apresenta um comparativo entre os três principais modais de transporte de combustíveis (hidroviário, ferroviário e rodoviário). O resultado da comparação entre os modais rodoviário e hidroviário aponta que, de forma geral, o modal hidroviário apresenta eficiência energética (relação carga/potência) 29 vezes superior, um consumo de combustível 19 vezes menor, além de emitir 6 vezes menos dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e 18 vezes menos óxidos de Nitrogênio (NO<sub>x</sub>).

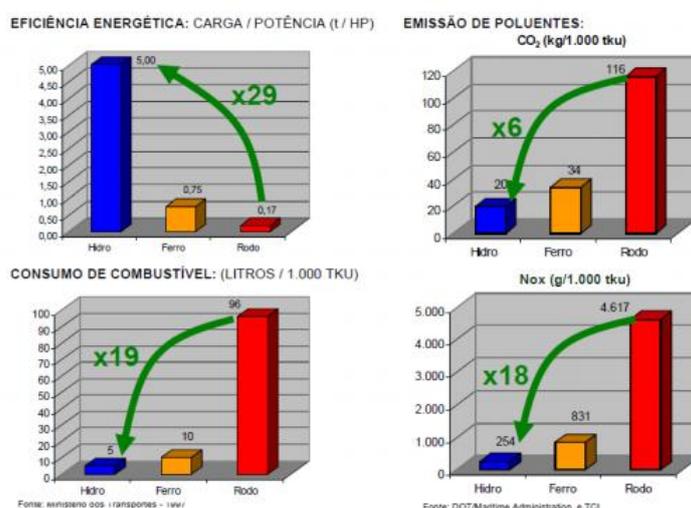


Figura 2.5 – Parâmetros de Eficiência Energética, Consumo de Combustível e Emissões por Modal.

Fonte: DOT/USA (2016).

Em termos econômicos, a opção hidroviária possibilita a redução de tarifas e fretes na circulação de pessoas e cargas, potencializando diversas atividades produtivas. De forma geral, a literatura técnica aponta que o frete hidroviário para fluxos de minérios e granéis agrícolas em longas distâncias é metade do frete ferroviário e cerca de 1/4 do frete rodoviário. Além disto, estimativas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento indicam que, anualmente, o Brasil desembolsa cerca de R\$ 1 bilhão para subsidiar o frete para escoamento da safra agrícola, que é transportada em maior proporção pelo modal rodoviário até os portos das regiões sudeste e sul

## 2.2 – HIDROVIA DO RIO MADEIRA

A Figura 2.6 mostra a hidrovía do Rio Madeira que é a segunda via de transporte mais importante da Amazônia, atrás apenas do rio Amazonas. Navegável numa extensão de 1.086 quilômetros entre Porto Velho/RO e a foz, em Itacoatiara/AM, permite a navegação de grandes comboios, com até 18 mil toneladas, mesmo durante a estiagem. A largura varia entre 440 metros e 9.900 metros. A profundidade oscila de acordo com as estações seca e chuvosa, e pode chegar a 13 metros.

O período de seca é de julho a outubro, e o de cheias, de fevereiro a maio. No período de seca há formação de bancos de areia, que alternam o canal preferencial de navegação.

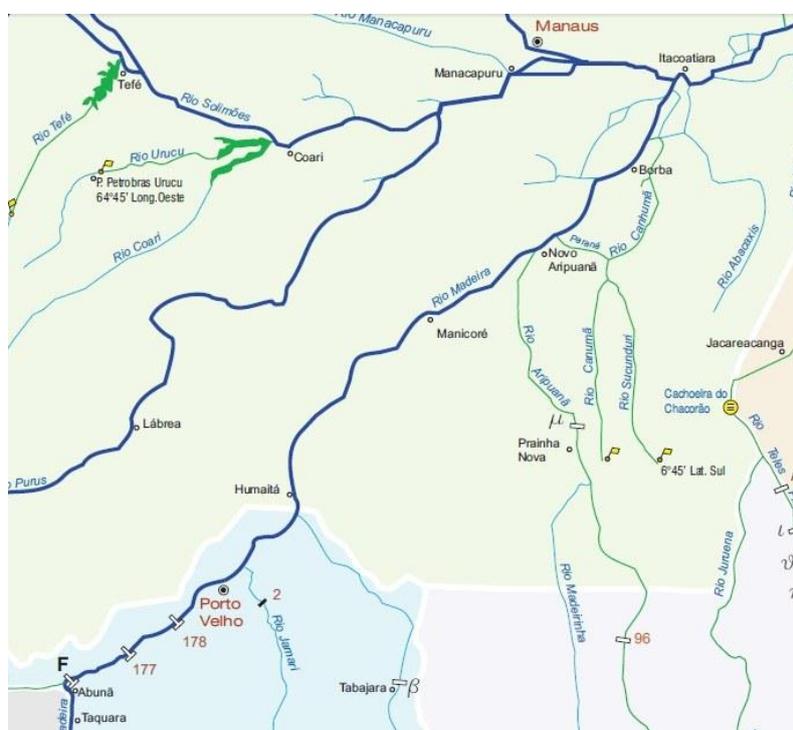


Figura 2.6 – Mapa com visão geral da hidrovía do Rio Madeira.  
Fonte: [www.dnit.com.org](http://www.dnit.com.org)-2015.

### 2.2.1 - Estudo de viabilidade técnica, econômica e ambiental dos rios Madeira, Mamoré e Guaporé

De acordo com o relatório de gestão – Exercício 2015 do DNIT, foi realizado um Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental - EVTEA para o curso dos rios Madeira, Mamoré e Guaporé, como uma tentativa de estabelecer navegação regular entre

os municípios de Vila Bela da Santíssima Trindade/MT e Itacoatiara/AM, consistindo em uma alternativa viável ao modal rodoviário dominante, na matriz de escoamento produtivo regional atual. O estudo subdividiu a totalidade da extensão hidroviária em três trechos, a saber:

**Trecho I** – Da foz do Rio Madeira, próximo a cidade de Itacoatiara, até a capital do Estado de Rondônia – Porto Velho/RO - trecho navegável do Rio Madeira, com 1.086 km;

**Trecho II** - Da capital do Estado de Rondônia – Porto Velho/RO à Cidade de Guajará- Mirim/RO - trecho de 375 km, onde se situam as hidrelétricas de Santo Antônio e Jirau, que afogaram as corredeiras até Abunã, na fronteira com a Bolívia. De Abunã a Guajará- Mirim existem ainda cinco corredeiras. De Porto Velho/RO a Nova Mamoré/RO, o trecho é do Rio Madeira, de Nova Mamoré a Guajará-Mirim, rio Mamoré;

**Trecho III** - Da Cidade de Guajará-Mirim/RO até a Cidade de Vila Bela da Santíssima Trindade/MT - trecho com 1.412 km, navegável durante a época das cheias, de Guajará- Mirim a Pimenteiras do Oeste/RO, por embarcações tipo recreio (uma vez por mês), ribeirinhos e balsas bolivianas geralmente carregando gado. De Guajará-Mirim até Surpresa (localidade dentro do município de Guajará-Mirim), o trecho é do Rio Mamoré, de Surpresa a Vila Bela da Santíssima Trindade, rio Guaporé.

Sendo assim, os resultados obtidos são:

- Execução de adequações do canal navegável no segmento entre a foz do Rio Madeira (imediações do município de Itacoatiara/AM) até Porto Velho/RO/RO (Trecho I). O intuito das intervenções/adaptações a serem realizadas é buscar compatibilizar as características geométricas do tramo hidroviário em questão com as dimensões previstas para o comboio-tipo, definido como sendo capaz de escoar a totalidade da carga projetada para o ano de 2035, em um cenário econômico definido como moderado.

Tabela 2.1 - Volumes de derrocamento e dragagem (m<sup>3</sup>) – Hidrovia Madeira Mamoré-Guaporé.

Volumes de Derrocamento e Dragagem	
Item	Volume (m <sup>3</sup> )
Dragagem	1.085.619,08
Derrocamento	2.273,04

Fonte: DAQ/DNIT-2015.

Acrescenta-se ainda que além das intervenções anteriormente mencionadas, propõem-se, para garantir a condição necessária à navegabilidade durante todo o ano, a implantação de um programa de monitoramento e manutenção contínuo da hidrovía, representado pelos serviços de sinalização e conservação da mesma.

Em relação ao Trecho II, o estudo apontou para a inviabilidade de estabelecimento de navegação permanente para o segmento hidroviário compreendido entre os municípios de Porto Velho/RO/RO e Guajará-Mirim/RO, pois constatou-se a existência de 20 (vinte) cachoeiras ou corredeiras no rio Mamoré (Santo Antônio, Macacos, Teotônio, Morrinhos, Rápido I, Caldeirão do Inferno – Ilha do Padre, Jirau, Ilha do Mutum, Machado, Paredão, Pederneiras, Araras, Chocolatal, Ribeirão, Misericórdia, Laje, Pau Grande, Bananeiras, Guajará-Mirim, Guajará Açu), com difícil solução técnica e de elevado custo de implantação (construção de uma série de barramentos com sistemas de eclusas). Em função do exposto, não foram previstas quaisquer intervenções para esta parte da hidrovía.

Para o Trecho III, o EVTEA propõe a navegação plena, em períodos de cheia, entre Comodoro/MT e Guajará-Mirim/RO, excluindo-se, portanto, o trecho hidroviário até Vila Bela da Santíssima Trindade/MT, devido a sua alta sinuosidade e elevada previsão de impacto ambiental para a adequação do canal de navegação aos parâmetros de projeto. Adicionalmente, afirma-se que para o segmento navegável previsto, não foi indicada a necessidade de dragagens, tampouco de derrocamentos. Assim sendo, para concretizar o resultado global esperado para a trecho em questão é exigida a construção de dois terminais de integração intermodal, hidrovía-rodovia, nas duas extremidades do segmento em análise (Cinquenta mil reais cada). Além disso, em Comodoro/MT, observa-se a necessidade de implantação da estrada existente em leito natural (MT-255), na extensão aproximada de 100 km. A rodovia serve às propriedades de tamanho médio a grande, de produtores de grãos e pecuaristas, e tem recebido manutenção da prefeitura. Considerando os custos gerenciais do DNIT, o custo total estimado para a implantação/pavimentação (pista simples, faixa de 3,60 m, acostamento de 2,5 m) da rodovia MT-255 é de duzentos e oitenta e oito milhões e duzentos mil reais (R\$ 288.200.000,00).

## **2.2.2 - Restrições de navegação para conjunto empurrador-balsa na hidrovia do Rio Madeira**

A Capitania Fluvial da Amazônia Ocidental através das normas e procedimentos da capitania fluvial da Amazônia Ocidental – NPCF-CFAOC – 2012 determina que as dimensões máximas dos comboios considerando o conjunto empurrador/balsa(s), são de 210 m de comprimento e 37 metros de boca.

## **2.2.3 - Navegação noturna na hidrovia do Rio Madeira**

Ainda de acordo com a NPCF-CFAOC – 2012, sempre que o nível da régua do Rio Madeira em Porto Velho/RO estiver abaixo dos 4 metros, é proibido a navegação noturna para comboios no trecho Porto Velho/RO / Calama e na passagem do Pedral dos Marmelos. O calado máximo recomendado para as embarcações que navegam nesta área, com esta régua, é de 2,30m.

## **2.3 - SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE SEGURANÇA**

As empresas transportadoras de combustíveis devem garantir em atendimento ao subitem “a” do item 522 da NORMAM 02, a elaboração de um Sistema de Gerenciamento de Segurança que aborde no mínimo os seguintes itens:

- Procedimentos operacionais da embarcação;
- Políticas e treinamento de segurança e meio ambiente;
- Política e treinamento de segurança e saúde ocupacional;
- Política de álcool e drogas;
- Procedimentos para o fumo a bordo;
- Procedimentos de risco ou de emergência;
- Procedimentos para entrada em espaços confinados e trabalho à quente;
- Procedimentos de emergência para incêndio, encalhe, abalroamento, colisão, alagamento, mau tempo, rompimento de rede ou mangotes de carga, perda de reboque (se apropriado) e outros.

A DPC através do item 522, letra e) – Prevenção da poluição – Subitem 2 – requisitos de construção da NORMAM 02 determina que “deve ser instalado de forma

individual em cada tanque alarme de nível alto que deve alarmar toda vez que o nível de carga do tanque atinja 95% de sua capacidade, sendo assim só deve ser carregado 95% da capacidade de cada balsa, obedecendo a margem de segurança.”

## 2.4 - EFICIÊNCIA DOS CASCOS DUPLOS

YIP, Tsz Leung; TALLEY, Wayne K.; JIN, Di (2011, p.06) afirmam que “os navios de carga de petróleo de casco duplo estão associados a menores Quantidades de derramamento de óleo do que os navios de carga de óleo de casco simples.” Embora a OPA 90 tenha introduzido o requisito de casco duplo para os navios de transporte de petróleo há duas décadas, atualmente existe poucos trabalhos científicos que comprovem a eficiência desta medida em relação a outras tecnologias visando minimizar os vazamentos de petróleo nos rios e mares.

## 2.5 - TERMINOLOGIAS E CONCEITOS DA NAVEGAÇÃO

Para que se faça necessário geração das informações para avaliar o melhor tipo de balsa tanque, é muito importante que tenha conhecimento das terminologias e conceitos que possam avaliar os aspectos que foram levantados para o estudo deste projeto.

### 2.5.1 - Comprimento da embarcação

Comprimento total da embarcação.

### 2.5.2 - Boca

É a maior largura do navio, medida na seção de meio navio até a linha moldada da caverna, expressa em metros.

### 2.5.3 - Calado (H)

É a altura da embarcação. O Calado divide-se em:

- Calado leve: É o calado correspondente ao deslocamento leve da embarcação;

- Calado carregado: É o calado correspondente ao deslocamento carregado da embarcação.

#### **2.5.4 - Arqueação Bruta**

Arqueação Bruta (AB): É a expressão do tamanho total de uma embarcação, determinada de acordo com as prescrições da NORMAM 02, sendo função do volume de todos os espaços fechados. A arqueação bruta é um parâmetro adimensional.

#### **2.5.5 - Arqueação líquida**

Arqueação Líquida (AL): É a expressão da capacidade útil de uma embarcação, determinada de acordo com as prescrições do capítulo 7 - Determinação da arqueação, deslocamentos e porte bruto, da NORMAM 02, sendo função do volume dos espaços fechados destinados ao transporte de carga.

### **2.6 - METODOLOGIAS PARA ANÁLISE E CÁLCULO DE VIABILIDADE**

Um investimento realizado por uma empresa para determinado fim é considerado um desembolso, com o objetivo de gerar um benefício futuro, normalmente com um período superior a um ano. Diante disso, faz-se necessário justificar que os sacrifícios financeiros feitos pela empresa serão realizados apenas se houver uma perspectiva de benefícios futuros. Atualmente, as técnicas para analisar a viabilidade dos investimentos estão sendo cada vez mais utilizadas como método de avaliação das empresas, de unidades de negócios e até mesmo para análise de investimentos de grande porte (SOUZA, 2008).

A tomada de decisão para a realização de um investimento nas organizações é um processo que envolve a geração de inúmeras informações para reforçar a tomada de decisão, mas que atendam todas as especificidades do negócio. Após o levantamento de informações e as alternativas mais viáveis, serão mensuradas quais delas serão atrativas financeiramente. Neste caso, que subsidiará essas decisões são os indicadores financeiros (RIBEIRO, 2011).

Para o tipo de investimento em questão, os três principais indicadores a serem estudados são: VPL (Valor presente líquido), TIR (Taxa interna de retorno) e pay back

(Período de recuperação do investimento), associados a outras variáveis econômicas como depreciação, preço, receita e valor presente.

## 2.7 - DEPRECIÇÃO

De acordo com LEONE e LEONE (2004), considera-se como depreciação o desgaste teórico de um ativo ou imobilizado que se deu em decorrência de seu uso ou do valor original imobilizado, onde ocorre uma redução teórica e monetária do bem. Essa redução tem como objetivo exprimir o desgaste ocorrido pelo bem, pois o ativo já não opera na mesma capacidade e não possui a mesma utilidade comercial. Para realizar este cálculo é analisado o valor original do ativo, a sua vida útil estimada e o valor residual do mesmo. Um dos métodos mais apropriados para realizar este cálculo é o método linha reta, mas ele não representa, na maioria dos casos, o desgaste real do ativo.

A Tabela 2.2 destaca a relação dos valores normalmente utilizados para o cálculo de depreciação ou amortização na implantação de um empreendimento.

Tabela 2.2: Taxas mais utilizadas em depreciação.

	<b>taxa anual</b>	<b>vida útil</b>
Edificações	4%	25
Máquinas e equipamentos	10%	10
Instalações	10%	10
Móveis e utensílios	10%	10
Veículos	20%	5
Computadores e periféricos	20%	5

Fonte: Adaptado de Sefaz-RJ (2016).

Segundo LEMES JÚNIOR *et al.* (2005), a depreciação de bens móveis pode ser mais rápida, adotando um critério de horas de utilização, relacionando, por exemplo, ao turno de trabalho que a máquina realiza. Um turno de 8 horas utiliza-se coeficiente 1,0; dois turnos de 8 horas, coeficiente 1,5; três turnos de 8 horas, coeficiente 2,0, de acordo com as fórmulas abaixo.

$$d = I \times i \quad (2.1)$$

$$d = I / i \quad (2.2)$$

Sendo:

$t$  = Tempo de depreciação (vida útil);

$d$  = Depreciação;

$i$  = Taxa de depreciação;

$I$  = Investimentos.

## CAPÍTULO 3

### MATERIAIS E MÉTODOS

Será abordado neste capítulo os matérias e métodos empregados na elaboração desta pesquisa, incluindo o tipo de embarcação utilizado no transporte de combustíveis na hidrovia do Rio Madeira.

#### 3.1 – MATERIAIS

O transporte de combustível realizado na hidrovia do Rio Madeira é realizado através de empurradores e balsas regionais com características próprias da região.

##### 3.1.1 - Empurradores

Os empurradores são embarcações fluviais motorizadas de pequeno calado e com uma superestrutura relativamente alta, projetada para navegação em rios. Possuem grande robustez e boa mobilidade no deslocamento de uma balsa ou de um comboio de duas ou mais balsas.

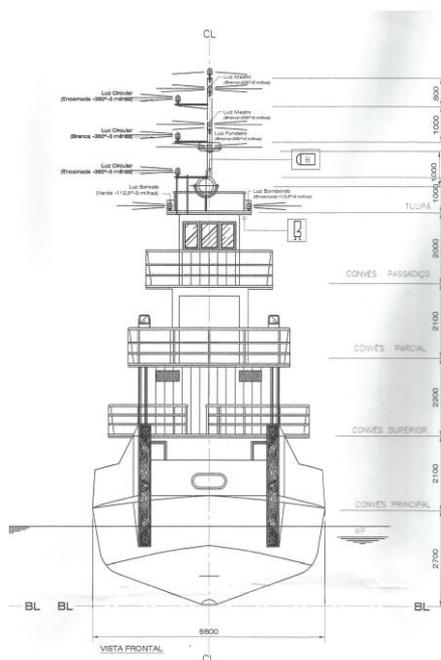


Figura 3.1 – Vista frontal do empurrador.  
Fonte: Estaleiro Erin (2010).

Conforme mostra a Figura 3.1, os empurradores regionais possuem uma estrutura dividida em:

- **Convés principal:** Local onde fica localizada a praça de máquina, cozinha, sala de jantar, camarotes e banheiros;
- **Convés superior:** No convés superior fica localizado os camarotes;
- **Convés parcial:** Prolongamento com a função de tornar o convés de passadiço mais alto, podendo abrigar camarotes;
- **Convés de passadiço:** Local onde está posicionado o comando da embarcação, proporcionando uma vista de 360 graus da posição do comboio;
- **Tijupá:** Local onde ficam posicionados as luzes de navegação da embarcação.

Os empurradores utilizados neste estudo apresentam as características de acordo com a Tabela 3.1- Característica dos empurradores:

Tabela 3.1 - Características dos empurradores.

<b>Comprimento</b>	<b>19,90 m</b>
<b>Boca Moldado</b>	6,60 m
<b>Calado leve</b>	1,98 m
<b>Calado carregado</b>	2,25 m
<b>Calado aéreo</b>	12,6 m
<b>Quantidade de Motores Propulsores</b>	02 Cummins de 600 HP
<b>Combustível utilizado</b>	Óleo Diesel Marítimo

Um empurrador deste porte, é totalmente compatível com as características da hidrovia do Rio Madeira. Mesmo com carga máxima de consumo (combustível utilizado no funcionamento dos motores principais e auxiliares).

### 3.1.2 - Balsas

As balsas tanques são embarcações sem propulsão empregadas no transporte de petróleo ou seus derivados, e as embarcações sem propulsão empregadas como depósitos ou postos de abastecimento, independente do volume de carga ou de capacidade de armazenamento.

As balsas empregadas no transporte de combustíveis devem possuir dentre outros documentos a Declaração de Conformidade para transporte de petróleo e o Certificado de Segurança da Navegação – CSN.

**A Declaração de Conformidade:** é um documento que atesta a conformidade da embarcação com os requisitos estabelecidos nas normas em vigor aplicáveis ao transporte de granel de petróleo e seus derivados. A NORMAM 02 determina que a declaração de conformidade seja aplicável às embarcações cujo somatório dos volumes de seus tanques de carga seja superior a 200 metros cúbicos.

Os procedimentos para solicitação e renovação da declaração de conformidade estão previstos no item 525 da NORMAM 02. A perícia deve ser solicitada pelo armador ou seu preposto junto a Capitania/Delegacia do porto onde a perícia será realizada, com antecedência mínima de 03 dias.

**Certificado de Segurança da Navegação:** é o Certificado emitido para uma embarcação para atestar que as vistorias previstas na NORMAM 02 foram realizadas nos prazos previstos. As vistorias do CSN estão divididas da seguinte forma:

a) **Vistoria Inicial (V0):** É a que se realiza durante e/ou após a construção, modificação ou transformação da embarcação, com vistas à expedição do CSN, de acordo com a lista de verificação constante do Anexo 8-A da NORMAM 02. É realizada com a embarcação em seco e flutuando. A documentação necessária encontra-se na alínea a) do item 0802 da NORMAM 02.

**b) Vistorias Anual, Intermediária e de Renovação**

- Vistoria Anual (VA): É a que se realiza para endosso do CSN, de acordo com a lista de verificação constante do Anexo 8-A da NORMAM 02, não sendo necessária a docagem da embarcação;
- Vistoria Intermediária (VI): É a que se realiza para endosso do CSN, de acordo com a lista de verificação constante do Anexo 8-A da NORMAM 02, não sendo necessária a docagem da embarcação. Devendo ser realizada medição de espessura, cujo relatório deve ser assinado por profissional competente, abrangendo, pelo menos, o chapeamento do casco, incluindo o fundo, o convés principal e anteparas estanques, que deve conter um mínimo de cinco pontos de medição para cada chapa.

O vistoriador deve analisar o relatório da medição de espessuras apresentado e verificar se a embarcação está em condições satisfatórias de resistência estrutural;

- Vistoria de Renovação (VR): É a que se efetua para a renovação do CSN, de acordo com a lista de verificação constante do Anexo 8-A da NORMAM 02, sendo realizada parte flutuando e parte em seco.

As balsas utilizadas neste estudo apresentam as características de acordo com a Tabela 3.2 – Características das balsas tanques.

Tabela 3.2: Características das balsas tanques.

<b>Comprimento total</b>	<b>68,9 Metros</b>
<b>Porte Bruto</b>	3.176 Toneladas
<b>Calado leve</b>	0,70 Metros
<b>Calado carregado</b>	3,47 Metros
<b>Boca</b>	15,8 Metros

### 3.1.2.1 - Arranjo Geral das Balsas Tanques

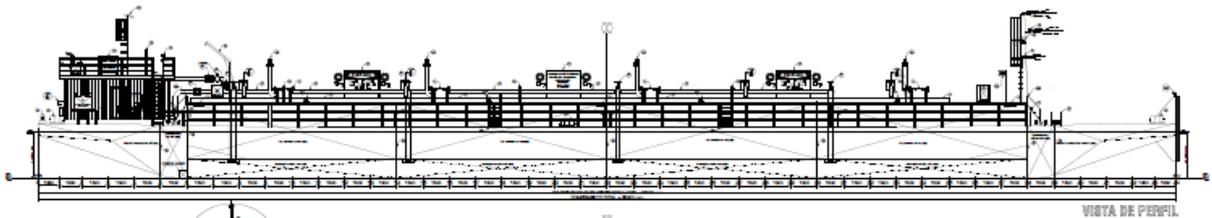


Figura 3.2 - Vista de Perfil da Balsa.  
Fonte: Estaleiro Juruá (2010).

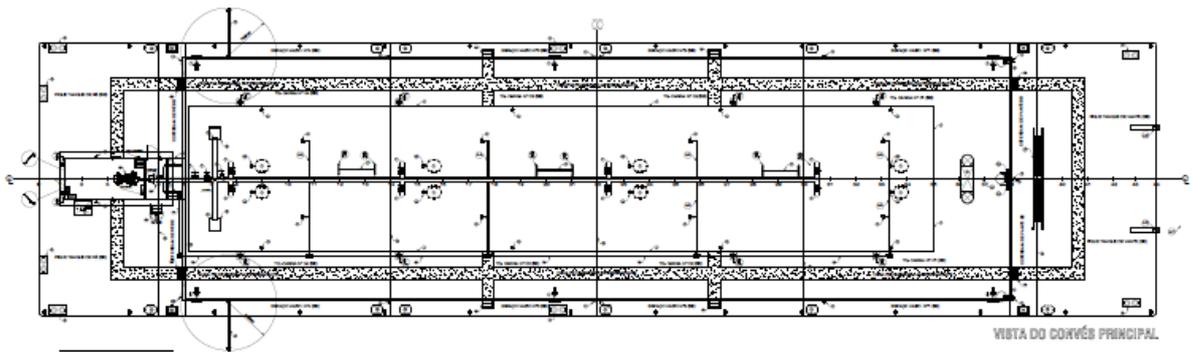


Figura 3.3 - Vista do convés Principal da balsa.  
Fonte: Estaleiro Juruá (2010).

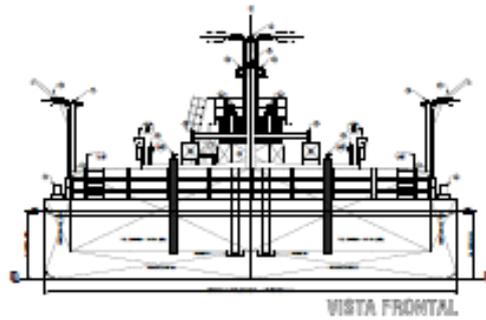


Figura 3.4 - Vista frontal da balsa.  
Fonte: Estaleiro Juruá (2010).

## 3.2 - METODOLOGIA

A análise operacional e econômica do modelo de balsa tanque utilizado no transporte de combustível na hidrovia do Rio Madeira, foi realizada para entender os motivos que levaram a escolha desse tipo de balsa tanque, bem como a avaliação de um modelo alternativo de balsa tanque, que leve em consideração as principais variáveis do Rio Madeira para o transporte de combustíveis, como: calado das embarcações e níveis do Rio Madeira nos meses de seca (julho a outubro).

A capacidade das balsas tanques utilizados nesta pesquisa, por exemplo, foram escolhidos a partir da necessidade que cada distribuidora de combustível precisa para transportar em um mesmo comboio no trecho Manaus/AM-AM/Porto Velho/RO.

### 3.2.1 - Equipamentos utilizados

Para análise operacional e econômica do modelo de balsa tanque foram utilizados os seguintes equipamentos: 02 empurradores e 04 balsas tanques regionais, divididos em 02 comboios formados por 01 empurrador e 02 balsas cada.

#### 3.2.1.1 - Empurrador Fluvial

Os dois empurradores tinham as mesmas características, ambos com 2,25 metros de calado.



Figura 3.5 - Empurrador Fluvial.

Em função das longas distâncias (1080 km) e forte correnteza do Rio Madeira os empurradores utilizados eram dotados de 02 motores propulsores de 600 HP cada. Como o transporte do combustível ocorrer a montante da hidrovia do Rio Madeira, durante a subida da hidrovia foram utilizados os dois motores propulsores, em função do peso do comboio e as fortes correntezas das águas. No sentido a jusante, utilizasse apenas de um dos motores propulsores, como forma de reduzir custo com combustível utilizado no consumo dos motores propulsores.

#### 3.2.1.2 - Balsas tanques

As 04 balsas utilizadas neste estudo foram embarcações com as mesmas características. Ao longo do ano de 2016, foram amostrados quatro comboios, dois no período de cheia (Março/2016) e dois no período de seca (Agosto/2016) para que fosse possível avaliar a produtividade do modelo de balsas tanto na época de cheia do Rio Madeira, como também na época de seca. Cada comboio foi formado por um empurrador e duas balsas. As balsas apresentavam calado carregado médio de 3,50 metros. A Figura 3.6 apresenta o modelo de balsas que foram utilizadas no neste estudo.



Figura 3.6 - Modelo de Balsa Tanque.

### 3.3 - PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS

Primeiramente no mês de fevereiro/16 foram definidas as 04 balsas e os 02 empurradores que fariam parte do estudo.

#### 3.3.1 - Carregamento no período de cheia do Rio Madeira

Em março/16 os planos de carga das balsas foram elaborados com a capacidade máxima permitida, 3,5 metros de calado, ou seja 95% da capacidade total, conforme demonstra a Tabela 3.3.

Tabela 3.3 - Balsas carregadas no período de cheia do Rio Madeira.

Comboio	Balsas	Capacidade máxima	Volume carregado	Calado carregado
I	OMS I	3.123.886	3.123.886	3,50
	OMS II	3.124.062	3.124.062	3,50
II	OMS III	3.124.062	3.124.062	3,50
	OMS IV	3.119.778	3.119.778	3,50

Em março/16 foi possível carregar a capacidade máxima das balsas, haja vista, neste período a profundidade média do Rio Madeira era de 9,0 metros, segundo dados do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do INPE.

Após carregamento, transporte e retorno do comboio para a base de origem (Manaus), foram coletados os dados referente a operação onde foi constatado o carregamento máximo das balas, além da confirmação do tempo gasto no deslocamento entre Manaus/ Porto Velho dos dois comboios, que foi de 10 dias. Os dados foram

armazenados, para posterior análise juntamente com os dados coletados no mês de agosto/16 (período de seca do Rio Madeira).

### 3.3.2 - Carregamento no período de seca do Rio Madeira

Em agosto/16, antes da elaboração dos planos de carga das balsas, foram coletadas informações sobre a profundidade do Rio Madeira na cidade de Porto Velho/RO, segundo dados do INPE apresentava profundidade média de 2,98 metros. De acordo com regras de segurança da CFAOC, quando o nível da régua do Rio Madeira em Porto Velho estiver abaixo de 4 metros, o calado máximo das embarcações que navegam nesta área deverá ser de no máximo 2,30. Portanto as 04 balsas dos dois comboios utilizadas no período de seca foram carregadas todas com 2,2 metros de calado, conforme mostra a Tabela 3.4.

Tabela 3.4 - Balsas carregadas no período de seca do Rio Madeira.

<b>Comboio</b>	<b>Balsas</b>	<b>Capacidade máxima</b>	<b>Volume carregado</b>	<b>Calado carregado</b>
I	OMS I	3.123.886	1.963.585	2,20
	OMS II	3.124.062	1.963.696	2,20
II	OMS III	3.124.062	1.963.696	2,20
	OMS IV	3.119.778	1.961.003	2,20

## CAPÍTULO 4

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 4.1 – AVALIAÇÃO DO MODELO DE Balsa UTILIZADA NO ESTUDO

##### 4.1.1 - Viabilidade econômica no processo de transporte de combustível

Para o transporte de combustíveis na hidrovia do Rio Madeira o calado do rio é fator determinante para o sucesso ou insucesso do transporte. Apesar do faturamento de uma empresa de transporte fluvial de combustíveis estar relacionado ao metro cúbico (m<sup>3</sup>) transportado, quem determina o volume a ser carregado na balsa na época da seca é o próprio calado do rio. A partir desse fato, as empresas buscam definir dentro de sua frota as balsas com menor calado para dedicação exclusiva à hidrovia do Rio Madeira na época da seca.

A partir de 2010 quando houve a maior seca já vista na região amazônica, as empresas que transportam combustível na hidrovia do Rio Madeira, começam a enfrentar dificuldade em transportar volumes próximos da capacidade máxima das balsas, em função dos novos patamares de profundidade do Rio Madeira, principalmente no período de seca.

Para ser viável economicamente o transporte de combustível na hidrovia do Rio Madeira, em média um comboio com duas balsas e um empurrador deve transportar em média 5.000 m<sup>3</sup> de combustível, volume factível com o modelo atualmente utilizado na hidrovia do Rio Madeira, desde que a profundidade média do Rio Madeira seja no mínimo de 5,0 metros.

A Tabela 4.1, mostra o resumo do volume transportado nos dois períodos (cheia e seca) do Rio Madeira, fruto deste estudo:

Tabela 4.1 - Comparativo operacional e financeiro entre os períodos de seca e cheia.

Período	Comboio	V. Transportado (I)	Custo do M <sup>3</sup>	Faturamento (bruto)	Custo Operacional	Lucro
Cheia	I	6.247	R\$ 65,00	R\$ 406.055,00	R\$ 177.000,00	R\$ 229.055,00
	II	6.246	R\$ 65,00	R\$ 405.990,00	R\$ 177.000,00	R\$ 228.990,00
Seca	I	3926	R\$ 65,00	R\$ 255.190,00	R\$ 177.000,00	R\$ 78.190,00
	II	3924	R\$ 65,00	R\$ 255.060,00	R\$ 177.000,00	R\$ 78.060,00

Estes cálculos foram com base nas tarifas praticadas entre julho a outubro de 2016 e os volumes manifestados na base de origem (Manaus/AM), sem a subtração das perdas resultante do processo.

Sendo assim, foi possível observar com base nos dados da Tabela 4.1 que no período da seca houve uma redução significativa no volume transportado, na ordem de - 38% (4.641 m<sup>3</sup>) do volume transportado no período de cheia do Rio Madeira (12.493 m<sup>3</sup>), consequentemente gerando uma receita líquida de apenas R\$156.250,00, o que corresponde a 34% do faturamento líquido do período de cheia do Rio Madeira que foi de R\$ 458.045,00.

Para transportar o mesmo volume do período de cheia, seria necessário a formação de um terceiro comboio no período de seca do Rio Madeira

#### **4.1.2 - Ganhos na utilização do modelo atual de balsa tanque, no período de cheia do rio madeira**

- Exceto nos meses de julho a outubro (período de seca da região), o modelo atual de balsas tanques, com calados acima dos 3,5m, realizam o trajeto de Manaus/AM/ a Porto Velho/RO em 10 dias;
- No período de cheia do Rio Madeira, as balsas são carregadas em seu volume máximo (95% de sua capacidade total), evitando o aumento na perda de produto por evaporação em função de espaço ocioso deixado nos tanques das balsas, quando carregadas com um volume menor.

#### **4.1.3 - Desvantagens da utilização do modelo atual de balsa tanque, no período de seca do rio madeira**

- O custo operacional para o transporte de um volume menor no período de seca, foi o mesmo quando comparado com o volume transportado no período de cheia, tornando o custo do m<sup>3</sup> transportado, mais oneroso para a empresa estudada;
- Balsas com capacidades média de 3.200 m<sup>3</sup>, sendo carregadas com menos de 2000 m<sup>3</sup>, contribuindo para o aumento no volume de perda em função do espaço ocioso deixado nos tanques, podendo serem utilizadas em outras rotas, onde não tenha restrição de calado;
- Utilização de um número maior de balsas para transportar o mesmo volume do período de cheia do Rio Madeira, podendo comprometer o atendimento de outras rotas;
- O modelo atual de balsa tanque, apresenta calado incompatível com a profundidade atualmente encontrada no Rio Madeira no período de seca.

## CAPÍTULO 5

### CONCLUSÕES E SUGESTÕES

#### 5.1 – CONCLUSÕES

Avaliando os quatro comboios carregados (dois no período de cheia e dois no período de seca) nos meses de março e agosto respectivamente, verificou-se que os comboios formados no período de seca foram subutilizados. Enquanto os dois comboios do período de cheia transportaram 12.493 m<sup>3</sup>, no período de seca os mesmos equipamentos transportaram apenas 7.850 m<sup>3</sup>, uma redução significativa de 38% da capacidade total das balsas, ficando bem aquém do faturamento líquido ideal para uma empresa de transporte de combustíveis, que além dos custos operacionais diretos, estão submetidas a outros custos, como seguros civis e ambientais, licenciamentos ambientais, certificações por entidades credenciadas pela DPC, declaração de conformidade emitidas pela Capitania dos Portos entre outras exigências legais.

Outro ponto analisado negativamente na utilização do modelo atual de balsa tanque no período de seca, está relacionado ao espaço ocioso gerado em cada tanque de balsas, quando a mesma não é carregada em sua capacidade máxima. O espaço ocioso está associado a redução da margem de lucro, seja por deixar de carregar um volume maior e/ou seja por um aumento na perda por evaporação de produto, haja vista, a combinação de espaço ocioso versus produtos altamente voláteis versus altas temperaturas da região amazônica resulte em um aumento na evaporação natural de produto. Como o faturamento da empresa é resultante do volume transportado vezes a tarifa contratada, descontados os volumes das perdas, realizar o transporte de combustíveis com balsas com alto nível de espaço ocioso não é rentável para o armador.

O principal retorno financeiro constatado neste trabalho com a utilização do modelo de balsa tanque está estreitamente relacionado ao período de cheia do Rio Madeira, onde é possível carregar as balsas em sua capacidade máxima.

Analisando as características das balsas utilizadas atualmente, sempre destacando, o calado, boca e comprimento, e observando o que rege a NPCF-CFAOC em relação as dimensões do tamanho do comboio que pode ser utilizado na Amazônia Ocidental (comboio de até 210 metros de comprimento e 37 metros de boca), recomendamos que as próximas balsas a serem construídas como complementação de frota ou substituição

das balsas antigas, que sejam projetadas aumentando o comprimento e boca, bem como reduzindo o calado, compatibilização com o cenário atual do Rio Madeira. Fazendo alterações nestas três dimensões é possível construir balsas tanque com calados compatíveis com o período de seca do Rio Madeira, sem perder o porte bruto das balsas atualmente utilizadas.

Este trabalho permitiu que a empresa de transporte de combustível avaliasse que o investimento feito no modelo de balsa atual não foi errôneo, e sim que nos últimos anos os níveis da hidrovia do Rio Madeira sofreram fortes variações, o que comprometeu a utilização do modelo atual de balsa no período de seca do Rio Madeira, mas que a frota atual é compatível para transporte de combustíveis em outros trechos como: Manaus/Coari, Manaus/Tefé; Manaus/Parintins; Manaus-AM/Santarém-PA; Manaus/Itaituba; Manaus-AM/Oriximiná-PA; Manaus-AM/Santana- AP; Manaus-AM/Belém-PA, entre outros trechos. Da mesma forma, fica evidente que para o cenário atual da hidrovia do Rio Madeira, faz-se necessário um novo modelo de balsa, com calado reduzido.

## 5.2 – SUGESTÕES

De acordo com os resultados encontrados com este trabalho em relação ao que foi proposto, segue abaixo possíveis sugestões de temas para futuros trabalhos:

- Análise da perda de produto por evaporação ao longo do transporte de combustíveis na Amazônia;
- Análise da utilização de uma sonda fixa na proa do comboio interligado com o comando do empurrador;
- Análise do impacto causado pela instalação das hidrelétricas de Santo Antônio e Jirau no calado da hidrovia do Rio Madeira.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTAQ - AGENCIA NACIONAL DE TRANSPORTE AQUAVIÁRIO. **Anuário Estatístico 2016**. Disponível em: <<http://www.antaq.gov.br>>. Gerado em 17 de Março de 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC (2008)**. Brasília, 2008. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/estruturas>>.

BRASIL. Ministério da Defesa. NPCF-CFAOC - Normas e Procedimentos da Capitania Fluvial da Amazônia Ocidental –2012.

BRASIL. Ministério da Defesa. Diretoria de Portos e Costas. NORMAM - Norma da Autoridade Marítima nº 02 - Embarcações Empregadas na Navegação Interior.

RIBEIRO, Osni Moura. Contabilidade Fácil. 17º Edição, Editora Saraiva 2011.

**Construção Naval no Amazonas: proposições para o mercado**. Disponível em: <<http://portal2.tcu.gov.br/portal/pls/portal/docs/2307474.PDF>>. Acesso em 9 maio 2016>.

LEONE, George S. Guerra; LEONE, Rodrigo J. Guerra. Dicionário de custos. São Paulo: Editora Atlas, 2004.

LEMES JUNIOR, Antônio Barbosa; RIGO, Cláudio Miessa; CHEROBIM, Ana Paula Mussi Szabo. Administração financeira: Princípios, fundamentos e práticas brasileiras. 2ª edição. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2005.

MACHADO, Eduardo J. **Análise de Viabilidade Econômico-financeira de projeto**. Disponível em: <<http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/abrirPDF/42.>>>. Acesso em 10 jun 2016.

NETO, A. S. C. CARLOS; POMPERMAYER, M. FABIANO. **Ressurgimento da Indústria Naval no Brasil (2000 - 2013)**. Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/livros/livros/livro\\_ressurg\\_da\\_in\\_d\\_naval.pdf](http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/livros/livros/livro_ressurg_da_in_d_naval.pdf)>. Acesso em 01 out 2017.

YIP, Tsz Leung; TALLEY, Wayne K.; JIN, Di. The effectiveness of double hulls in reducing vessel-accident oil spillage. Volume 62, Edição 11- 2011. Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X11004504>>. Acesso em 04 março 2017.

SEVERINO, ANTONIO JOAQUIM. Metodologia do Trabalho Científico - 23ª Ed. Editora Saraiva. 2007.

SINAVAL. **Histórico resumido da indústria de construção naval no Brasil.**

Disponível em:

<<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:jpNzNIFN8AEJ:sinaival.org.br/wp-content/uploads/Balanco-Historia.pdf+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>>.

Acesso em: 01 out. 2015.

SOUZA, Cristóvão P.; et al. Finanças corporativas. 10ª edição. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2008.