

HILTON APARECIDO GARCIA

**ANÁLISE DOS PROCEDIMENTOS DE PROJETO E
DESENVOLVIMENTO DE MÉTODO PARA DETERMINAÇÃO DE
CUSTOS DE CONSTRUÇÃO E OPERAÇÃO DE EMBARCAÇÕES
FLUVIAIS**

Tese apresentada à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo para obtenção
do Título de Doutor em Engenharia

CONSULTA
FT-1558

SÃO PAULO
2001

HILTON APARECIDO GARCIA

**ANÁLISE DOS PROCEDIMENTOS DE PROJETO E
DESENVOLVIMENTO DE MÉTODO PARA DETERMINAÇÃO DE
CUSTOS DE CONSTRUÇÃO E OPERAÇÃO DE EMBARCAÇÕES
FLUVIAIS**

Tese apresentada à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo para obtenção
do Título de Doutor em Engenharia

Área de Concentração: Engenharia Naval

Orientador: Prof. Dr Célio Taniguchi

SÃO PAULO
2001

“O coração do homem dispõe o seu caminho, mas é o Senhor quem dirige seus passos” Provérbios 16,9

DEDICATÓRIA

A minha esposa Valdete e as minhas filhas
Camila e Marcela pela paciência e
dedicação.

AGRADECIMENTOS

Às empresas que colaboraram na execução deste trabalho, através do fornecimento de dados e informações e execução de tarefas e rotinas para levantamento de novas informações:

Estaleiros Vale do Tietê Ltda
Belconav S.A. Construções Navais
Indústria Mecânica e Metalúrgica Santo Antônio Ltda
Companhia de Navegação da Amazônia S.A. – CNA
Companhia de Navegação Quintela S.A.
Companhia de Navegação do Médio Tietê Ltda
NAVTUR Navegação e Turismo Ltda
Porto de Areia Santa Izabel Ltda
TIETZ Extração e Comércio de Minérios Ltda
Serviço Nacional da Bacia do Prata – SNBP S.A.
Companhia de Navegação do São Francisco – FRANAVE
Sartico Ltda
Usina Diamante Ltda

Ao Prof. Dr Célio Taniguchi, meu orientador, pelas valiosas sugestões na execução deste trabalho.

Aos Tecnólogos Fluviais Marcos Shoiti Saito e Adson Santos de Oliveira, da Faculdade de Tecnologia de Jaú – FATEC/JAÚ, pela execução de desenhos e figuras.

À Bibliotecária Sônia Maria Borges Ignácio pela inestimável ajuda no levantamento bibliográfico.

Aos professores e funcionários da FATEC/JAÚ pelas numerosas sugestões e auxílios prestados.

A minha esposa, pais e sogros pelo estímulo constante.

RESUMO

Este trabalho inicia-se com uma breve revisão sobre os principais elementos de projeto e edificação do navio, que têm impacto no custo de construção e operação. Dentre esses elementos destacam-se as formas e linhas, devido sua interação com o sistema propulsivo, responsável pelo item de maior valor no custo total de uma viagem redonda.

Levantam-se e apresentam-se índices de produtividade e custos sobre itens de construção, custos de maquinarias e índices de instalação, índices de custos indiretos e lucro utilizados por empresas construtoras de embarcações na região da Hidrovia Tietê-Paraná. A partir desses levantamentos, estabelece-se método matemático para determinação de custo de construção de embarcações fluviais.

Levantam-se índices de custos de operação de veículos hidroviários de transporte de cargas e passageiros (passeio de curta distância), modos operacionais e instalações portuárias. A partir desses dados, estabelece-se método para cálculo dos vários itens de custos do transporte hidroviário, tempos viajando (em operação) e parado (espera, porto, docagens, reparo, outros) e o preço desse transporte (frete).

A partir do modelo estabelecido, faz-se aplicação para dois casos comuns na região, um comboio típico do Rio Tietê, para transporte de grãos entre São Simão (GO) e Pederneiras (SP), e para um comboio areieiro, tão comum nos rios brasileiros. Analisa-se o impacto de cada item de custo no valor total por viagem redonda, propondo-se um controle mais adequado sobre eles, de modo a melhor gerenciar o sistema de transporte como um todo.

Ao final são apresentadas as principais conclusões obtidas pela aplicação do método implantado, bem como recomendações para melhorias no projeto de embarcações, e dos componentes do sistema de transporte, as vias e os terminais.

ERRATA

TÍTULO DA TESE:

**ANÁLISE DOS PROCEDIMENTOS DE PROJETO E DESENVOLVIMENTO
DE MÉTODO PARA DETERMINAÇÃO DE CUSTOS DE CONSTRUÇÃO E
OPERAÇÃO DE EMBARCAÇÕES FLUVIAIS DA HIDROVIA TIETÊ-
PARANÁ**

AUTOR: HILTON APARECIDO GARCIA

- acrescentar ao **título da Tese** a expressão final, “da Hidrovia Tietê-Paraná”, e o novo título ficará:

“ANÁLISE DOS PROCEDIMENTOS DE PROJETO E DESENVOLVIMENTO DE MÉTODO PARA DETERMINAÇÃO DE CUSTOS DE CONSTRUÇÃO E OPERAÇÃO DE EMBARCAÇÕES FLUVIAIS DA HIDROVIA TIETÊ-PARANÁ”;

- na **página 43**, acrescentar após o parágrafo “VALENTE, PASSAGLIA E NOVAES (1996) /51/ ... exemplos ilustrativos”, os seguintes parágrafos:

Custo “é a antecipação, medida em termos monetários, incorrida, ou potencialmente a incorrer, para atingir um objetivo específico”, conforme CURRY et al (1974) /54/ e LEONE (1996) /55/. Preço “é decorrência dos mecanismos e forças da oferta e da procura. O mercado é o grande responsável pela fixação dos preços, e não os custos de obtenção dos bens”, conforme MARTINS (1978) /56/.

O conceito de “preço” empregado neste trabalho indica o valor de venda esperado do bem produzido, isto é, tem-se a expectativa que esse valor de venda possa cobrir os custos para produzir tal bem e resulte, ainda, num ganho (o lucro).

- na **página 49**, acrescentar ao final do parágrafo “Os custos ... por catálogos”, a frase “No Anexo 18 faz-se uma análise da OS-5”, tornando-o com a seguinte redação “Os custos ... por catálogos. No Anexo 18 faz-se uma análise da OS-5”.

- na **página 52**, no 1º parágrafo após a Tabela 6, substituir o termo “edificação” por “construção”, e acrescentar ao final do mesmo, “, sendo mostrado no Anexo 15 os dados coletados”, que ficará com a seguinte redação “Para a construção ... mão de obra, sendo mostrado no Anexo 15 os dados coletados”;

- na **página 53** substituir o termo “edificação” por “construção”, no título da Tabela 7, na observação 1 dessa mesma tabela e no título da tabela 8;

- na **página 58**, substituir, na observação da Tabela 13, $S \pm R$, por $S \pm R/2$.

- na **página 60**, no item e), substituir “preço” por “custo”, que ficará com a redação “e) como é comum, o preço da ... em operação”;

- na **página 62**, no 1º parágrafo, substituir “Capítulo IV” por “Capítulo III”, ficando com a seguinte redação “De acordo ... Capítulo III”;
- na **página 62**, no 3º parágrafo, substituir a palavra “edificação” por “construção”, que ficará com a redação “A construção de ... de construção”;
- na **página 66**, no 2º parágrafo do item IV.2. CUSTO DE CAPITAL, substituir o trecho “o dispêndio” por “a recuperação” ficando com a seguinte redação “Assim, o Custo de Capital representa a recuperação do capital ... , por:”;
- na **página 67**, substituir a redação “i – taxa ... são comuns” por “ i – valor de remuneração de capital. Deve considerar valores praticados no mercado de capital, que na atualidade são comuns valores como 10 e 12% a.a., ou a taxa de financiamento, quando a aquisição for financiada, sendo comuns valores de 6 a 8% a.a. praticada pelo BNDES”;
- na **página 76**, no 1º parágrafo, substituir o trecho “... incluir, no preço do transporte, esse custo de ... ” por “incluir, no custo de transporte, esse item de ... “;
- na **página 76**, no 2º parágrafo, substituir o trecho “leis que tramitam no Congresso” por “leis aprovadas no Congresso”;
- na **página 76**, no 3º parágrafo substituir a redação “A Tabela 15 ... internacionalmente”, por “A Tabela 15 mostra as tarifas praticadas pelos Portos de Paranaguá (PR) e Belém (PA), servindo como referência”;
- na **página 97**, retirar o (último) item “• o uso ... ainda menor”;
- na **página 98**, acrescentar, antes do parágrafo “Recomenda-se ... dos Portos” as seguintes recomendações:
 - reavaliar a largura dos vãos livres das pontes na Hidrovia Tietê-Paraná, de forma a melhorar as condições de navegação, possibilitando operação com comboios 2 x 2;

- realização de estudo específico sobre custos indiretos praticados pelos estaleiros, de forma que se conheça com maior precisão o valor de cada item, listado anteriormente em III.2, e se tenha oportunidade de gerenciá-los, de modo que os próprios estaleiros possam se beneficiarem, podendo promover reduções nos mesmos;
 - realização de levantamento de características de embarcações de outras hidrovias brasileiras e estrangeiras, de modo a permitir comparação com os dados coletados e apresentados neste trabalho;
 - condução de levantamento de índices de construção de embarcações, como consumo de eletrodo, oxigênio, acetileno e mão de obra, em outras hidrovias.
- acrescentar, ao final da **página 148**, após o parágrafo “Os resultados ... descritivo”, as tabelas sobre dados de consumo de eletrodos, oxigênio e acetileno, abaixo.

Dados de consumo de eletrodos, oxigênio e acetileno para construção de empurradores

Q	Lt (m)	B (m)	D (m)	Peso (kg)	Eletr (kg)	% Elet/ kg aço	O ₂ (m ³)	Kg aço/ m ³ O ₂	Acetil (kg)	Kg Ac/ m ³ O ₂
1	9,0	8,4	1,7	11150	390	3,5	185	60	108	0,6
2	9,5	4,5	1,5	10250	350	3,4	130	79	82	0,6
2	8,5	4,0	2,0	10100	360	3,6	150	67	90	0,6
1	9,0	3,6	1,5	7370	240	3,3	100	74	63	0,6
1	8,9	3,5	1,5	7150	270	3,8	100	72	63	0,6
8	17,0	7,0	2,5	50140	1800	3,6	720	70	432	0,6

Dados de consumo de eletrodos, oxigênio e acetileno para construção de chatas e autopropelidos

Q	Lt (m)	B (m)	D (m)	Peso (kg)	Eletr (kg)	% Elet/ kg aço	O ₂ (m ³)	kg aço/ m ³ O ₂	Acetil (kg)	kg Ac/ m ³ O ₂
2	42,0	7,0	2,1	68900	1900	2,8	765	90	459	0,6
2	42,0	6,0	2,2	68100	1800	2,6	670	102	405	0,6
1	46,0	8,5	2,5	103500	2900	2,8	960	108	585	0,6
1	46,0	9,0	2,2	108200	2700	2,5	1100	98	657	0,6
16	60,0	11,0	3,1	225000	6000	2,7	2250	100	1350	0,6
1	32,5	4,8	1,2	22850	650	2,8	240	95	144	0,6
1	35,75	6,64	2	56350	1700	3,0	510	110	306	0,6
1	36,0	6,0	1,7	40760	1100	2,7	420	97	252	0,6
1	36,0	7,0	2,0	60000	1700	2,8	550	109	333	0,6
1	18,0	5,0	1,5	19300	530	2,7	180	107	108	0,6
1	25,5	6,0	2,1	39800	1100	2,8	400	100	243	0,6
1	30,0	8,0	2,1	99900	2900	2,9	950	105	567	0,6
1	42,5	9,5	1,2	122000	3200	2,6	1250	98	747	0,6

Q – quantidade de embarcações; Eletr e Elet – eletrodos; Acetil e Ac - Acetileno

- na **página 155**, acrescentar após o quadro L. OUTRAS DESPESAS, o parágrafo:

A OS-5 se apresenta como um bom subsídio no que se refere a itemização de Custos Diretos e Despesas Diretas de Produção. Entretanto, no tocante aos Custos Indiretos deixa a desejar. Quanto aos Custos Indiretos é importante que cada empresa, em especial os estaleiros, utilizem a itemização sugerida em III.2. (c), de modo a poder lançar cada custo na conta apropriada. O conhecimento e domínio sobre esses custos, permite um melhor controle, facilitando o gerenciamento, principalmente em momentos em que a conjuntura de mercado exige diminuição nos custos, para que o produto (embarcações) seja competitivo.

- na **página 159**, após a referência [53], acrescentar as seguintes referências bibliográficas:

- [54.] CURRY, O.J.; FRANK, G.W. & MATZ, A. (1974). *Contabilidade de Custos*. Editora Atlas. São Paulo (SP).
- [55.] LEONE, G.S.G. (1996). *Custos: planejamento, implantação e controle*. Editora Atlas. São Paulo (SP).
- [56.] MARTINS, Eliseu (1978). *Contabilidade de Custos*. Editora Atlas. São Paulo (SP).
- [57.] BENFORD, H. (1981). *Bulk cargo inventory costs and their effect on the design of ships*. Marine Technology (Review). SNAME. Nova York. Outubro.
- [58.] BRINATI, M.A. (1982). *Influência das condições de operação portuária sobre o dimensionamento de comboios fluviais*. VX Simpósio Nacional de Pesquisa Operacional. São Paulo (SP).
- [59.] BRINATI, M.A. & GUELLER, G.F. (1982). *Modelo para análise operacional de sistemas de transporte fluvial*. 9º Congresso Nacional de Transportes Marítimos e Construção Naval (SOBENA). Rio de Janeiro (RJ).
- [60.] DÉCOURT, C. & PETROVIC, M.A. (1980). *Custos de construção de comboios fluviais*. 8º Congresso Nacional de Transportes Marítimos e Construção Naval (SOBENA). Rio de Janeiro (RJ).
- [61.] GUALDA, N. & BOTTER, R. (1982). *Modelo para determinação das características ótimas de um comboio típico*. 9º Congresso Nacional de Transportes Marítimos e Construção Naval (SOBENA). Rio de Janeiro (RJ).
- [62.] RIVA, J.C.T. et all (1978). *Considerações sobre o projeto de embarcações fluviais*. 7º Congresso Nacional de Transportes Marítimos e Construção Naval (SOBENA). Rio de Janeiro (RJ).

*Exata acata e em conformidade
com as condições solicitadas*



CELIO TANIGAWA
- ORIENTADOR -

SUMÁRIO

	DEDICATÓRIA	I
	AGRADECIMENTOS	II
	RESUMO	III
	ABSTRACT	IV
	SUMÁRIO	V
	LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS	VIII
	LISTA DE FIGURAS	XII
	LISTA DE TABELAS	XIII
	CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO	001
I.1.	EXPLANAÇÕES INICIAIS.....	001
I.2.	O PLANEJAMENTO DE UM SISTEMA DE TRANSPORTE.....	004
I.3.	OBJETIVOS DO TRABALHO.....	007
I.4.	SEQÜÊNCIA DO TRABALHO.....	008
	CAPÍTULO II – PROJETO DE EMBARCAÇÕES	010
II.1.	EMBARCAÇÕES FLUVIAIS TÍPICAS.....	010
	II.1.1. Embarcações Graneleiras e Areieiras.....	011
	II.1.2. Embarcações Petroleiras.....	014
	II.1.3. Embarcações Contêineras.....	014
	II.1.4. Embarcações Carreteiras.....	017
	II.1.5. Embarcações Combinadas.....	017
II.2.	O PROJETO DE EMBARCAÇÕES.....	019
	II.2.1. Requisitos do Armador.....	019
	II.2.2. A Espiral de Projeto.....	019
	II.2.3. Projeto Básico e a NORMAM 02.....	021
	II.2.3.1. Obtenção de Licença de Construção.....	023
	II.2.4. Influência das Formas Geométricas.....	027
	II.2.5. Escolha do Sistema Propulsivo.....	032
	II.2.5.1. Resistência ao Avanço.....	033
	II.2.5.2. Escolha do Hélice.....	035
	II.2.5.3. Escolha do Motor.....	038
	II.2.6. Determinação dos Escantilhões da Estrutura.....	041
	II.2.7. Considerações sobre a Tripulação.....	042
	II.2.8. Estimativa de Custos.....	042
II.3.	O PROJETO DE CONTRATO DE EMBARCAÇÕES.....	043
II.4.	RECOMENDAÇÕES DE PROJETO PARA EMBARCAÇÕES FLUVIAIS.....	044

ABSTRACT

This work begins with a brief revision about the main design variables and construction of the ship, which have impact in the construction cost and operation. Among those elements the forms and lines are pointed out, due its interaction with the propulsion system, responsible for the largest value in the total cost of a round trip.

Then, productivity indexes and costs on construction items, costs of machineries and installation indexes, indexes of indirest costs and froprofit used by building companies of ships in Tietê-Paraná's Waterway are searched. Analytical models were developed for determination of cost of construction of fluvial ships.

Also, indexes of costs of operation of river vehicles for transportation of loads and passengers (tour of short distance), operational manners and port facilities are obtained. Starting from those data, model for calculation of the several items of costs were developed concerning river transportation, travelling times (operating) and stopping (waits, port, docking, repair, other) as well as the price of that transport operation (freights).

From the model developed, applications for two common cases in the area, a typical vessels convoy of Rio Tietê, for transport of grains among São Simão (GO) and Pederneiras (SP), and for a vessels convoy of sand, so common in the Brazilian rivers. The impact of each cost item is analyzed in the total value of a round trip, proposing a more appropriate control on them, to best manage the transport system as a whole.

At the end, the main conclusions obtained by the application of the method developed are presented, as well as recommendations for improvements in the design of river ships and in the components of the transportation system, the waterways and the terminals.

	CAPÍTULO III – COLETA E OBTENÇÃO DE DADOS SOBRE CUSTOS	046
III.1.	EMBARCAÇÕES USADAS NA COLETA DE DADOS.....	046
III.2.	MÉTODO USADO PARA COLETA DE DADOS SOBRE CUSTO DE CONSTRUÇÃO DE EMBARCAÇÕES.....	047
III.3.	DADOS COLETADOS.....	049
	III.3.1. Custos para Construção da Estrutura: Materiais e Mão de Obra.....	050
	III.3.2. Custos de Tratamento das Partes Estruturais e Pintura.....	053
	III.3.3. Dados de Instalação e de Custos de Maquinaria.....	056
	III.3.4. Custos Indiretos e Lucro.....	057
	III.3.5. Custo de Tripulação e Salários.....	058
	III.3.6. Outros Custos Obtidos.....	059
	III.3.7. Dados Complementares Coletados.....	059
	CAPÍTULO IV – PROPOSIÇÃO DE UM MÉTODO PARA DETERMINAÇÃO DOS CUSTOS	061
IV.1.	CUSTOS DE CONSTRUÇÃO DE EMBARCAÇÕES.....	062
	IV.1.1. Custo de Estrutura.....	063
	IV.1.2. Preço de Maquinaria.....	064
	IV.1.3. Preço de Veículos Hidroviários.....	066
IV.2.	CUSTO DE CAPITAL.....	066
IV.3.	CUSTO DE SEGURO.....	067
IV.4.	CUSTO DE TRIPULAÇÃO.....	068
IV.5.	CUSTO DE ALIMENTAÇÃO.....	069
IV.6.	CUSTO DE MANUTENÇÃO E REPARO.....	069
	IV.6.1. Exemplo Ilustrativo.....	071
IV.7.	CUSTO DE ADMINISTRAÇÃO.....	072
IV.8.	CUSTO DE COMBUSTÍVEL E LUBRIFICANTES E MISCELÂNEA.....	073
IV.9.	CUSTO DE USO DA VIA.....	075
IV.10.	CUSTO DE PORTOS E TERMINAIS.....	076
IV.11.	CUSTO TOTAL E TEMPOS EM OPERAÇÃO E PARADO.....	078
	IV.11.1. Determinação dos Tempos em Operação e Parado.....	078
	IV.11.2. Determinação do Custo Total por Viagem Redonda.....	080
	IV.11.3. Exemplo de Aplicação.....	082
IV.12.	FRETE.....	083

	CAPÍTULO V – APLICAÇÕES E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	085
V.1.	COMBOIO TÍPICO DA HIDROVIA TIETÊ.....	085
V.2.	COMBOIO AREIEIRO.....	092
	CAPÍTULO VI – CONCLUSÕES.....	095
VI.1.	COMENTÁRIOS FINAIS.....	095
VI.2.	CONCLUSÕES PRINCIPAIS.....	096
VI.3.	SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS E RECOMENDAÇÕES....	098
	ANEXOS.....	099
	ANEXO 1 – Memorial Descritivo.....	099
	ANEXO 2 – Plano de Linhas.....	106
	ANEXO 3 – Plano de Arranjo Geral.....	108
	ANEXO 4 – Plano Estrutural e Seção Mestra.....	110
	ANEXO 5 – Plano de Capacidade, Segurança e Luzes de Navegação.....	112
	ANEXO 6 – Listagem dos Elementos Hidrostáticos.....	114
	ANEXO 7 – Listagem dos Elementos das Curvas Cruzadas de Estabilidade (CCE).....	117
	ANEXO 8 – Estudo de Pesos e Centros.....	119
	ANEXO 9 – Curva de Estabilidade Estática (CEE).....	121
	ANEXO 10 – Critérios de Estabilidade – NORMAM 02.....	124
	ANEXO 11 – Notas de Arqueação – NORMAM 02.....	126
	ANEXO 12 – Notas de Borda Livre – NORMAM 02.....	129
	ANEXO 13 – Plano de Balanço Elétrico – Critérios de Sociedades Classificadoras.....	133
	ANEXO 14 – Itemização de Custos e Formulações Disponíveis na Bibliografia.....	138
	ANEXO 15 – Dados das Embarcações Pesquisadas da Hidrovia Tietê- Paraná.....	143
	ANEXO 16 – Dados de Embarcações em Operação nas Hidrovias do Paraguai e São Francisco.....	149
	ANEXO 17 – Gr. de Custos Diretos da Ordem de Serviço 05-82 (OS-5).....	151
	ANEXO 18 – Grupos de Despesas Diretas de Produção da Ordem de Serviço 05-82 (OS-5).....	154
	ANEXO 19 – Fases/Eventos usados na edificação de embarcações.....	156
	BIBLIOGRAFIA.....	158

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

- a – distância entre longitudinais
- A_{OP} – Ano Operacional. É definido em função da existência de carga e realização de manutenção e reparo do veículo. Pode-se ter vários valores comuns: 350 dias; 270 a 315 a dias, outros
- A_{tp} – área estimada para tratamento e pintura, em m^2
- A_{SM} – perímetro da seção mestra da embarcação, em m
- b – distância entre cavernas
- B – boca moldada da embarcação (comboio) na linha d'água
- c – distância entre pés de carneiros, na direção longitudinal
- C_A – Custo de alimentação, em R\$/ano
- C_{AD} – Custo de Administração, em R\$/ano
- C_B – coeficiente de bloco
- C_C – Custo de Capital, em R\$/ano
- C_{CL} – Custo com combustíveis, lubrificantes e miscelânea, em R\$/dia operacional
- C_{CP} – Custo de Combustível quando o veículo está parado (portos e terminais e fundeado), em R\$/dia
- CEC – consumo específico de combustível, em $g/(CV \cdot h)$
- C_{HE} – cadência horária de enchimento, em tonelada/hora
- C_{HD} – cadência horária de descarregamento, em tonelada/hora
- C_{MR} – Custo de Manutenção e Reparo, em R\$/ano
- C_{OC} – Custo de óleo combustível, em R\$/dia
- C_{OD} – consumo de óleo combustível, em litros/hora
- C_{OL} – Custo com combustíveis e lubrificantes, em R\$/dia
- C_P – coeficiente prismático
- C_{pr} – coeficiente propulsivo. $C_{pr} = e_c e_m e_{rr} e_h$
- C_{PT} – Custo de Portos e Terminais, em R\$/viagem redonda
- C_S – Custo de Seguro, em R\$/ano
- C_{TR} – Custo de Tripulação, em R\$/ano
- C_{TV} – Custo Total por viagem redonda, em R\$/viagem redonda;
- C_{UV} – Custo de Uso da Via, em R\$/viagem redonda
- C_{VP} – Custos que ocorrem em viagem e parado. $C_{VP} = [(C_C + C_S + C_{TR} + C_A + C_{MR} + C_{AD})/A_{OP}]$, em R\$/dia
- d – distância entre origem e destino, em km
- D – pontal moldado
- D_A – diária alimentícia. Na navegação fluvial no Brasil, situa-se entre R\$5,00 e R\$6,00
- D_o – densidade do óleo combustível. Valor típico é 850 g/litro
- DWTC – “deadweight” (capacidade total) de carga, em tonelada
- e – número de Euler; $e = 2,718281828\dots$
- e_c – eficiência do casco; $e_c = (1 - t)/(1 - w)$
- e_m – eficiência mecânica. Valor típico adotado: 0,95
- e_{rr} – eficiência relativa rotativa. Valor típico adotado: 1,0
- e_h – eficiência do propulsor
- f – fator de ocupação do veículo. f varia entre 0 e 100%. Casos típicos, acima de 75%
- F – frete praticado, em R\$/(t*km)
- F_{ES} – fator de encargos sociais. Para a legislação atual, $F_{ES} = 2,10$
- F_i – fator de integrabilidade, que considera o tipo de comboio, cujo valor é dado pela Tabela 2

- Fr – número de Froude, $Fr = V/(gL)^{1/2}$
- F_s – fator de serviço. $0,0 \leq F_s \leq 0,30$
- FRC (i, n) – Fator de Recuperação de Capital. $FRC(i, n) = i \cdot (1+i)^n / [(1+i)^n - 1]$
- FFC (i, n) – Fator de Formação de Capital. $FFC(i, n) = i / [(1+i)^n - 1]$
- g – aceleração da gravidade
- h – profundidade do canal. Deve representar o valor encontrado na maior parte da extensão da via
- H – o calado de operação (projeto)
- i – taxa de juro anual
- K_{AD} – Constante de administração. $K_{AD} = 35\%$, no transporte hidroviário fluvial
- K_B – Constante devido uso de berço de atracação. $K_B = R\$21/hora$
- K_e – constante de material estrutural, dada pela Tabela 7
- K_{EMP} – constante custo horário de rebocador. $K_{EMP} = R\$400,00/hora$
- K_{HE} – Constante de Horas Extras
- K_{MIS} – Constante de miscelânea. $K_{MIS} = R\$60,00/dia$ (para cada 1000 CV de potência instalada)
- K_{MR} – Constante de Manutenção e Reparo
- $K_{MR,A} = 4,0\%$, para empurradores e autopropelidos;
- $K_{MR,C} = 2,5\%$, para chatas;
- K_{OU} – custos devido uso de outros serviços, como, despacho de Capitania dos Portos, alfândega, etc
- K_P – Constante Financeira de uso da via
- K_S – Constante que considera a taxa de seguro. $K_S = 2,0\%$ é valor típico
- K_{TD} – constante de taxa de transbordo no descarregamento, em R\$/tonelada
- K_{TE} – constante de taxa de transbordo no enchimento, em R\$/tonelada
- L – comprimento na linha d'água
- L_E – comprimento do corpo de entrada
- L_T – comprimento total
- L_U – Taxa de Lucro, admitida entre 0 (zero) e 10%
- MFHP – potência das máquinas em funcionamento durante a viagem. O usual são os motores de propulsão (MCP) e um motor auxiliar (MCA). $MFHP = (1 \text{ ou } 2) \cdot P_{MCP} + 1 \cdot P_{MCA}$
- MPHP – potência de máquinas usadas quando o veículo está parado. Via de regra, $MPHP = P_{MCA}$
- n – número de anos para recuperar o capital. É normal para embarcações de carga o uso de 20 anos
- N – vida útil da embarcação, em anos. Para autopropelidos é usual 20 anos
- N_{ECL} – quantidade de eclusas no trecho navegado
- N_h – número de hélices
- N_{HR} – Número de horas de serviço de rebocadores usados na viagem, tanto na origem como no destino, em horas
- NL – número de longitudinais em cada bordo
- N_P – quantidade de pontos tomados como referência para cobrança pelo uso da via
- NP – número de pé de carneiro em cada bordo
- N_t – número de tripulantes a bordo, determinado pela NORMAM 13 (1998) (vide Tabela 4)
- Outros – Custo com miscelânea (filtros, aditivos, estopa, etc)
- P – fator de profundidade (águas rasas); $P = 1,46/(h - H)$
- $P_{ACABAMENTO}$ – preço de materiais e mão de obra do Grupo Acabamento

- $P_{\text{aço}}$ – massa (“peso”) de material estrutural (chapas, perfis e tubos estruturais), em tonelada
- P_B – potência de freio
- P_C – preço do óleo combustível
- P_E – potência efetiva (ou de reboque)
- P_{EST} – Preço do veículo ou da estrutura, em mil R\$
- P_{maq} – preço de maquinarias, incluindo instalações propulsoras e o básico de eletricidade, em R\$
- P_{MCA} – potência de MCA, em CV
- P_{MCP} – potência de MCP, em CV
- $PMHP$ – Potência das Máquinas. $PMHP = P_{\text{MCP}} + P_{\text{MCA}}$
- P_V – Preço do veículo hidroviário, em R\$
- r – relação de redução da caixa redutora/reversora
- R – fator de águas restritas, lateralmente; $R = (0,6 + 50)/(W_V - B)$
- R_T – resistência total ao avanço
- SM – salário médio da tripulação. A Tabela 13 mostra valores de salários pagos na região
- t – coeficiente de redução da força propulsora
- T – empuxo do propulsor;
- T_{CP} – tempo em que a embarcação fica parada e consome combustível
- T_{DF} – tempo gasto para desmembramento, eclusagem e formação do comboio, quando se opera com quatro chatas, formação duas a duas. Varia de 3 a 5 horas por eclusa
- T_{ECLS} – tempo de eclusagens na subida, em horas. $T_{\text{ECLS}} = N_{\text{ECL}} * T_{\text{IECL}}$
- T_{ECLD} – tempo de eclusagens na descida, em horas. $T_{\text{ECLD}} = N_{\text{ECL}} * T_{\text{IECL}}$
- T_{ESP} – tempo de espera nos portos e terminais, tanto na origem como no destino, em horas
- T_{FOP} – tempo fora de operação, devido a operação diária não ser de 24 horas/dia
- T_N – Tempo gasto em viagem, entre origem e destino, em dias
- T_{OP} – tempo diário de operação da embarcação. Para cargueiros, o usual é 24 h/dia
- T_P – Tempo Total parado em portos e/ou fundeado, em dias
- T_{IECL} – tempo gasto em uma eclusagem, em horas. Vide Tabela 1
- V – velocidade de operação
- V_a – velocidade de avanço do propulsor
- V_D – velocidade de descida (a favor da correnteza), em km/h. $V_D = V + \Delta V$
- Vol – Volume, em m^3
- V_R – Valor residual do veículo, em R\$
- V_S – velocidade de subida (contra eventual correnteza), em km/h. $V_S = V - \Delta V$
- w – coeficiente de esteira.
- W – quantidade de carga transbordada, em toneladas. $W = f * DWTC$
- W_V – largura da via. Deve representar o valor encontrado na maior parte da extensão da via
- ΔV – variação de velocidade devido a ação da correnteza, em km/h. Para Hidrovia Tietê-Paraná, $\Delta V = 0$
- ∇ – volume de deslocamento (para a condição de projeto)

- AB – Arqueação Bruta (adimensional)
AL – Arqueação Líquida (adimensional)
ABS – American Bureau of Shipping (Sociedade Classificadora)
AWS – American Welding Society
BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social S.A.
CESP – Companhia Energética de São Paulo
CSN – Certificado de Segurança à Navegação (documento emitido pelo Ministério da Marinha)
DEN – Departamento de Engenharia Naval
DPC – Diretoria de Portos e Costas
EPUSP – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
FATECJAÚ – Faculdade de Tecnologia de Jahu
GEV – Grupo Especial de Vistorias (Ministério da Marinha)
GL – Germanischer Lloyd
IMO – International Maritime Organization (Organização Marítima Internacional)
IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas
ISO – International Standards Organization
MCA – Motor de Combustão Auxiliar
MCP – Motor de Combustão Principal
NKK – Nippon Kaiji Kyokai
OS-5 – Ordem de Serviço Nº 5 do Ministério dos Transportes
PMC – Potência Máxima Contínua
PNA – Principles of Naval Architecture
RBNA – Registro Brasileiro de Navios e Aeronaves S/C
SNAME – Society of Naval Architects and Marine Engineers
SNBP – Serviço Nacional da Bacia do Prata S.A.
SOBENA – Sociedade Brasileira de Engenharia Naval
SUNAMAM – Superintendência Nacional da Marinha Mercante
tpb – toneladas de porte bruto (“diferença entre deslocamento carregado e deslocamento leve” ou “peso de carga + peso de tripulantes e passageiros e seus pertences + peso de óleos combustível e lubrificantes + peso de água + peso de víveres”)

mph (milha por hora) (1 milha terrestre = 1609 metros)

1 lb = 0,4536 kgf = 4,4498 N

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura Típica de Embarcações Graneleiras.....	012
Figura 2 – Estrutura Típica de Embarcações Areieiras.....	013
Figura 3 – Estrutura Típica de Embarcações Petroleiras.....	015
Figura 4 – Estrutura Típica de Embarcações Containeiras.....	016
Figura 5 – Estrutura Típica de Embarcações Carreteiras.....	018
Figura 6 – Espiral de Projeto usada no projeto de embarcações.....	020
Figura 7 – Influência da forma da proa na resistência hidrodinâmica.....	029
Figura 8 – Formas de proa de chata e perfil da proa em cunha.....	030
Figura 9 – Comboio não integrado, integrado e semi-integrado.....	031
Figura 10 – Curvas típicas de potência, torque e consumo específico.....	039

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Características das Eclusas da Hidrovia Tietê Paraná.....	032
Tabela 2 – Fator de integrabilidade (Fi) para embarcações e comboios.....	035
Tabela 3 – Custos Diretos para construção de embarcações conforme OS-5.....	048
Tabela 4 – Despesas Diretas de Produção p/ construção de embarcações (OS-5)..	048
Tabela 5 – Escantilhões usados em embarcações da Hidrovia Tietê-Paraná.....	050
Tabela 6 – Valores da constante de material estrutural (K_e).....	052
Tabela 7 – Índices de Eletrodo e gases usados na edificação de embarcações.....	053
Tabela 8 – Custo de insumos usados na edificação de embarcações.....	053
Tabela 9 – Esquema de pintura usual para embarcações fluviais.....	055
Tabela 10 – Valores para jateamento com areia e pintura em embarcações.....	056
Tabela 11 – Custos levantados para componentes de maquinaria.....	056
Tabela 12 – Exemplos de tripulação para embarcações da Hidrovia Tietê-Paraná.	058
Tabela 13 – Valores de salários de tripulantes de embarcações da Hidrovia Tietê-Paraná.....	058
Tabela 14 – Consolidação dos valores para determinação de custo de estrutura....	063
Tabela 15 – Tarifas e Taxas praticadas nos Portos de Paranaguá (PR) e Belém (PA).....	076
Tabela 16 – Valores determinados para o comboio típico do Rio Tietê.....	086
Tabela 17 – Valores de custos calculados para o comboio do Rio Tietê.....	087
Tabela 18 – Tempos de Viagem e Parado, C. Total e Frete para comboio do Rio Tietê.....	089
Tabela 19 – Valores relativos p/ os itens de custo para o comboio do Rio Tietê....	090
Tabela 20 – Valores relativos incluindo custo de uso da via e portos e terminais..	091
Tabela 21 – Características e custo de um comboio areieiro.....	093
Tabela 22 – Dados usados e valores obtidos para comboio areieiro.....	093

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

I.1. EXPLANAÇÕES INICIAIS

No transporte de mercadorias e serviços dentro de um país, incluindo-se aí cargas destinadas para exportação ou advindas de importação, o uso de cada modal depende basicamente de algumas características, que, em alguns casos, são combinações de outras características mais simples, tais como:

- características do transporte, como custo, tempo médio de entrega, tempo de trânsito e perdas e danos;
- características da carga, como a origem (extração, agro-pecuária, indústria e suas modalidades, etc), densidade, relação valor-peso, risco (valor, perecibilidade, flamabilidade e outras);
- características das rotas, como a distância, elementos geográficos (topografia, clima e outros).

Assim, a combinação integrada dos modais de transporte, ou seja, a implementação e uso de um adequado sistema de transporte, contribui para grandes melhorias à sociedade como um todo, melhorando o nível de vida, conforme BALLOU (1995) /4/, pois:

- aumenta a competição no mercado;
- garante a economia de escala na produção;
- reduz preços dos bens (mercadorias e serviços).

Os principais elementos que compõem o sistema de transporte, conforme MORLOK (1978) /35/ e KHISTY (1990) /24/ são:

- vias;
- veículos;
- terminais.

Um sistema de transporte tem sua adequabilidade, operacionalidade e eficiência estabelecidas a partir da interação entre esses elementos. Cada um deles contribui para que um modal possa se mostrar mais ou menos adequado, conforme a maior ou menor compatibilidade entre esses elementos.

Evidentemente, o sistema de transporte acarreta, também, alguns aspectos negativos para os meio-ambientes construído e natural, constatados através de: altos níveis de poluição atmosférica com o despejo de partículas e gases; altos índices de ruído; contaminação de mananciais por óleos e outros dejetos; criação de barreiras, pela abertura de rodovias e ferrovias, dividindo cidades; altos índices de acidentes. Esses aspectos negativos terão seus efeitos diminuídos quando realisticamente considerados, buscando-se soluções adequadas, mesmo que adaptadas de outros locais e países, e um eficiente gerenciamento que auxilie e fiscalize sua implementação. Alguns exemplos ilustrativos:

- instalação de equipamentos anti-poluição nos veículos rodoviários e mistura de álcool na gasolina e óleo diesel;
- uso de equipamentos de tratamento de esgoto (misturador e clorificador), tanque de borra, separador de água e óleo em embarcações.

Saliente-se, ainda, que os problemas de transporte estão relacionados sobretudo com a dificuldade dos sistemas de atenderem às necessidades a que se propõem. O crescimento econômico, refletido na elevação do nível de atividades, é responsável pelo aumento da demanda que pode exceder a capacidade do sistema de transporte. Assim, esses problemas sempre implicam na análise de recursos físicos e facilidades, pessoas e atividades, cujas combinações se alteram ao longo do tempo, exigindo buscas de alternativas de forma contínua e dinâmica.

Os problemas de transporte, segundo ORTÚZAR & WILLUNSEM (1994) /45/, encontram suas raízes em três pontos básicos: a demanda, a oferta e o equilíbrio entre ambas.

Um projeto de transporte tem suas bases na Previsão de Tráfego, cujo objetivo é conhecer a demanda e a oferta de meios de transporte, e participar na oferta em busca do equilíbrio. Ele pode ser dividido em:

- a) caracterização dos centros produtores: consiste em determinar os locais (cidades, microrregiões) que produzem cargas, levantar os tipos e quantidades de cargas produzidas ao longo do ano, se possível a cada mês, de forma a considerar as possíveis sazonalidades e levar em consideração a possibilidade de armazenagem, que propiciará o escoamento fora da época de produção, como pode ocorrer, por exemplo, com produtos agrícolas;
- b) caracterização dos centros consumidores: proceder de modo semelhante ao descrito no item a), relativamente aos locais que consomem cargas;
- c) levantamento das vias de transporte: consiste em classificar e caracterizar (dados físicos e operacionais, inclusive restrições) todas as vias disponíveis para atender o fluxo de carga entre os centros produtores e consumidores;

Ressalte-se que as localidades podem se configurar simultaneamente como centro produtor e consumidor com diferentes tipos de carga. Por exemplo, uma região agrícola produz soja, milho, arroz, etc e consome calcário, combustíveis e outros bens.

O conhecimento de dados históricos das cargas desses locais são importantes para indicar tendências futuras, que se traduzirá em requerer do sistema de transporte um grau de flexibilidade para buscar o ponto de equilíbrio da relação oferta-demanda.

O levantamento das vias pode resultar, também, num “projeto” de transporte, como eletrificação de uma ferrovia, implantação de terceira faixa em locais escolhidos de uma rodovia existente, construção de uma rodovia, obras de melhorias (como por exemplo, derrocagem de um trecho) numa hidrovia e outros.

- d) geração de soluções: buscar combinações, em cada modal ou usando intermodalidade, que atendam à demanda atualmente existente. As soluções reconhecidamente ineficientes devem ser descartadas, como por exemplo o uso de caminhão de pequena capacidade para transportar soja entre Rondonópolis (MT) e Araçatuba (SP), quando há 10000 toneladas de carga para ser transportada ao longo do ano.
- e) determinação de custos e tempos: calcular os custos dos tempos de viagem e das paradas, das tarifas, etc.

Saliente-se a interdependência entre esses elementos. No Brasil, alguns exemplos, servem para ilustrar essa interdependência:

- implantação da Linha Leste-Oeste do Metrô de São Paulo, que propiciou uma maior ocupação das zonas leste e oeste da capital, diminuiu tempo de viagem desses locais até o centro (região de compra e de trabalho) e valorizou as propriedades;
- construção da Rodovia dos Bandeirantes (São Paulo-Campinas), fazendo com que as cidades situadas nesse eixo tivessem um desenvolvimento desconhecido até então com a implantação de diversas indústrias, geração de empregos na indústria, comércio e serviços de forma geral e ocupação residencial (atraindo moradores da capital e do interior);
- implantação das ferrovias Ferronorte e Norte-Sul;
- implementação das Hidrovias Tietê-Paraná e Madeira;

Assim, a busca de soluções para um sistema de transporte é composta por métodos interativos, como mostram, dentre outros, FURTADO & KAWAMOTO (1997) /16/, KAWAMOTO (1994) /23/, VALENTE, PASSAGLIA E NOVAES (1996) /51/, NOVAES (1976) /39/.

I.2. O PLANEJAMENTO DE UM SISTEMA DE TRANSPORTE

A avaliação de um projeto de sistema de transporte envolve considerações tecnológicas, administrativas, financeiras e econômicas, conforme ADLER (1978) /1/.

Os aspectos tecnológicos englobam principalmente os processos técnicos utilizados na elaboração do projeto, na construção e na operação, após implantado, bem como das estimativas de custos de implantação (capital) e de operação. Dentre outros itens, podem se destacar:

- métodos de cálculo incluindo as estruturas, os custos, a resistência ao avanço e outros;

- materiais disponíveis considerando o aço, alumínio, madeira, concreto, compósitos (fibras de vidro, carbono,...), etc;
- máquinas e equipamentos englobando os computadores e seus componentes (informatizar os modelos de cálculo, uso de programas e aplicativos diversos, copiadores (“scanner”), impressoras, outros), máquinas de solda, trator de esteira, guindaste, máquinas de usinagem (manuais, automáticas, com controle numérico), etc;
- métodos de construção tais como a rebiteagem, soldagem (eletrodo revestido, arco submerso, TIG, MIG/MAG) e outros;
- recursos humanos envolvendo a disponibilidade de mão de obra, sua capacitação, sua cultura (aspectos trabalhistas, religiosos, relacionamento humano, etc).

A avaliação administrativa refere-se aos diversos aspectos de gerenciamento dos recursos materiais e humanos que surgem nas fases de elaboração do projeto, na construção e na operação do projeto de sistema de transporte.

Por sua vez, o objetivo da análise financeira consiste em verificar a viabilidade financeira, isto é, satisfazer os compromissos financeiros, produzir uma remuneração compatível do capital investido e contribuir com suas receitas, concentrando-se nas despesas (custos) e receitas da empresa responsável pelo programa, apresentando demonstrativos de fluxo de caixa e balanços.

Por último, a finalidade básica da avaliação econômica de um plano/programa é medir seus custos e benefícios, do ponto de vista da empresa e/ou do estado como um todo, para determinar se os benefícios líquidos dele resultantes serão pelo menos iguais àqueles obtidos de outras oportunidades de investimento, incluindo-se nesse rol, a chamada alternativa nula, que significa a alternativa de nada fazer, ou de não ofertar o transporte em questão.

Os trabalhos existentes para avaliação de projetos de sistemas de transporte, em sua maioria, apresentam recursos fundamentalmente teóricos, que se mostram insuficientes para cumprir os objetivos estabelecidos pela própria área. As mudanças ocorridas nos últimos anos, em termos de globalização da economia, que têm

provocado o surgimento de centros de produção e de consumo, obrigam cada vez mais à movimentação de bens e serviços, tornando a Logística Empresarial um ramo essencial de domínio para sobrevivência nessa conjuntura econômica. Desta maneira, a determinação do custo de transporte oferece à empresa um elemento essencial para tomar decisões sobre sua própria estrutura produtiva, relacionadas às atividades de produção, de logística e de marketing.

Assim, a movimentação de bens deve ter sua preocupação centrada no sistema de transporte como um todo e não partir de um modal pré-estabelecido para sustentação desse fluxo, pois é possível utilizar todas as combinações viáveis entre as características dos transportes, das cargas e das rotas, com o objetivo de fazer os bens saírem do centro produtor e chegarem ao centro consumidor, de modo adequado, em termos de custo, tempo, segurança e nível de serviço/satisfação. Para tanto, é necessário conhecer as características básicas de cada modal de transporte, conforme MORLOK (1978) /35/ e KHISTY (1990) /24/, sugerem:

- a) Custo do Veículo, que pode limitar o número de empresas pretendentes, pois exige disponibilidade de recursos econômicos (capital) para aquisição do veículo transportador. Os recursos podem ser próprios ou advir de empréstimos e financiamentos;
- b) Capacidade de Carga, pois o porte do veículo está relacionado com a quantidade existente de carga e também com a receita a ser gerada;
- c) Velocidade Operacional, que determina o tempo disponível para o transporte. Relaciona-se, também, com a frequência de atendimento;
- d) Disponibilidade, empregado para indicar o tempo que o veículo fica a disposição para realizar transporte, efetivamente. Relaciona-se com o tempo disponível para transporte (horas/dia, como por exemplo 8h/dia, 16 h/dia, etc; dias/mês; dias/ano). Exemplo: rodoviário (8h/dia: de segunda a sexta feiras, e aos sábados vai para manutenção, totalizando 22 dias/mês e 264 dias/ano);
- e) Número de Tripulantes, que depende da disponibilidade, da oferta de tripulantes, legislação trabalhista e rotina operacional. Pode influenciar na determinação do porte da empresa;
- f) Consumo Específico de Combustível (CEC), que afeta diretamente o consumo de combustível, um dos principais itens de custo. É um dado importante para motores

que operam longos períodos em rotação constante (é o caso dos veículos hidroviários e ferroviários);

- g) Manutenção e Reparo, leva-se em conta a disponibilidade, o tempo do veículo fora de tráfego, inspeções preestabelecidas (pelo fabricante, pela legislação através da Capitania dos Portos, Departamento de Trânsito e outros e/ou rotina operacional);
- h) Vida útil, que é usada para definição do tempo de recuperação de capital. Depende da rotina de manutenção e da disponibilidade;
- i) Vias, que impõem restrições operacionais sobre as dimensões do veículo, capacidade de carga, disponibilidade (considerando épocas do ano que, eventualmente, esteja indisponível, por razões climáticas, manutenção e outras), velocidade operacional, etc;
- j) Terminais, que determinarão os sistemas de transbordo e respectivos tempos, a disponibilidade e a intermodalidade possível;
- k) Princípio “porta a porta”, que considera o embarque de carga no local de produção e entrega no local de consumo.

1.3. OBJETIVOS DO TRABALHO

O presente trabalho originou-se da necessidade de se dispor de um modelo de cálculo para determinação dos custos, que considere a realidade atual do transporte hidroviário no Brasil. O trabalho tem como principais objetivos:

- a) coletar, organizar e analisar informações e dados de empresas que constroem e operam embarcações na Hidrovia Tietê-Paraná;
- b) analisar e implantar recursos analíticos que propiciem o cálculo dos custos que ocorrem no transporte hidroviário;
- c) gerar e analisar resultados obtidos pela aplicação dos modelos analíticos de modo a esclarecer aspectos que estão obscuros e tem dificultado a avaliação de projetos de transportes;
- d) aplicar os modelos implantados na avaliação de projetos de transporte hidroviário, tirando-se conclusões que auxiliem o técnico na elaboração e avaliação de projetos de transporte;

- e) servir como fonte de consultas a nível de ensino ou profissional e abordar questões que levem a futuras pesquisas.

O trabalho é justificado pelo atual estado da arte, a nível nacional, no campo da avaliação de projetos de transporte hidroviário, uma vez que os recursos disponíveis para essa avaliação são antigos, desenvolvidos para o setor hidroviário de longo curso e não consideram as mudanças ocorridas, tais como:

- predomínio de empresas privadas no setor;
- dificuldades econômicas e financeiras do estado para investimento em vias e terminais, com conseqüente entrada de capital privado nessas áreas;
- empresas privadas não fazem investimentos a fundo perdido, como é usual em investimentos estatais em infraestrutura;

mudanças tecnológicas no setor, em que considerações e hipóteses adotadas outrora se tornaram inadequadas ou falsas, como por exemplo, não computar os custos devido ao uso das vias e terminais.

I.4. SEQÜÊNCIA DO TRABALHO

A seguir, apresenta-se a seqüência proposta para o desenvolvimento deste trabalho, que focaliza, principalmente, um método para avaliação de projeto de sistemas de transporte voltados ao modal hidroviário interior ou fluvial.

Assim, no capítulo II, são mostrados os conhecimentos disponíveis, em termos de critérios de projeto para embarcações fluviais, bem como os principais requisitos exigidos pelo Ministério da Marinha e Sociedades Classificadoras. A razão deste capítulo é a de posicionar o assunto específico de projeto e construção de veículos fluviais sob o aspecto da avaliação de projetos de transporte fluvial, tendo em vista que muitas vezes o veículo hidroviário a ser utilizado não se encontra disponível, como em outros modais, tais como, caminhões, comboios ferroviários (locomotivas e vagões), conforme FATECJAÚ (1995a) /10/, FATECJAÚ (1995b) /11/, FATECJAÚ (1995c) /12/, FATECJAÚ (1996) /13/.

No capítulo III são estabelecidos os métodos para coleta de dados e as informações coletadas sobre construção e operação de embarcações.

No capítulo IV são desenvolvidos os modelos para cálculo dos custos do transporte hidroviário interior, definidos através de um conjunto de itens. Através destes modelos, são obtidos os custos de transporte e o frete e faz-se comparação com resultados disponíveis na bibliografia. Neste mesmo desenvolvimento, acrescentam-se e discutem-se vários aspectos que as fontes consultadas omitem ou não são explicitamente apresentados.

No capítulo V são efetuadas algumas aplicações, utilizando o modelo desenvolvido para veículos fluviais. Esses modelos são sistematizados através de procedimentos computacionais, de forma a tornar sua aplicação mais rápida e confiável. Foi utilizado o aplicativo Excel da Microsoft para informatizar o modelo proposto.

No capítulo VI são apresentados alguns comentários finais, conclusões e tópicos que merecem futuras pesquisas, para aprofundar os conhecimentos nos assuntos desenvolvidos neste trabalho.

CAPÍTULO II

PROJETO DE EMBARCAÇÕES

Neste capítulo são apresentadas algumas das principais ferramentas disponíveis para o projeto de embarcações. Consistem na seleção de linhas e formas geométricas adequadas, que apresentam menores valores de resistência ao avanço, em métodos para estimar essa resistência e escolher os hélices e os motores (MCP e MCA), incluindo ainda métodos para determinação dos escantilhões da estrutura e para calcular os custos de construção e operação.

II.1. EMBARCAÇÕES FLUVIAIS TÍPICAS

Uma embarcação, em especial as fluviais, é composta por um conjunto de sistemas, como por exemplo o casco (linhas e forma), incluindo sua estrutura (chapas e perfis), a propulsão (motor e hélice), equipamentos do casco (bombas, compressores, redes de combate a incêndio, lastro, esgoto, carga e descarga e redes em geral) e o elétrico (gerador, quadros elétricos, demarradores, motores elétricos, separadores, etc.). No projeto das embarcações, o objetivo é otimizá-lo como um todo e não cada sistema de per si, pois a busca da solução para cada um depende das interações entre eles e que, muitas vezes, são conflitantes.

Apesar da semelhança no casco, as estruturas das embarcações fluviais podem diferir entre si, em função da carga que transporta. Essa gama de embarcações fluviais “especializadas” se estabeleceu a partir das especificidades dos navios de longo curso. A evolução dos navios de longo curso teve seu início nos finais dos anos 60 e início da década seguinte, como decorrência da morosidade no transbordo de carga dos chamados “navios para carga geral” e do crescente volume de cargas de tipos distintos. O objetivo foi desenvolver embarcações e terminais que mantivessem interações mais eficientes, através de berços de atracação, equipamentos de transbordo e espaços para

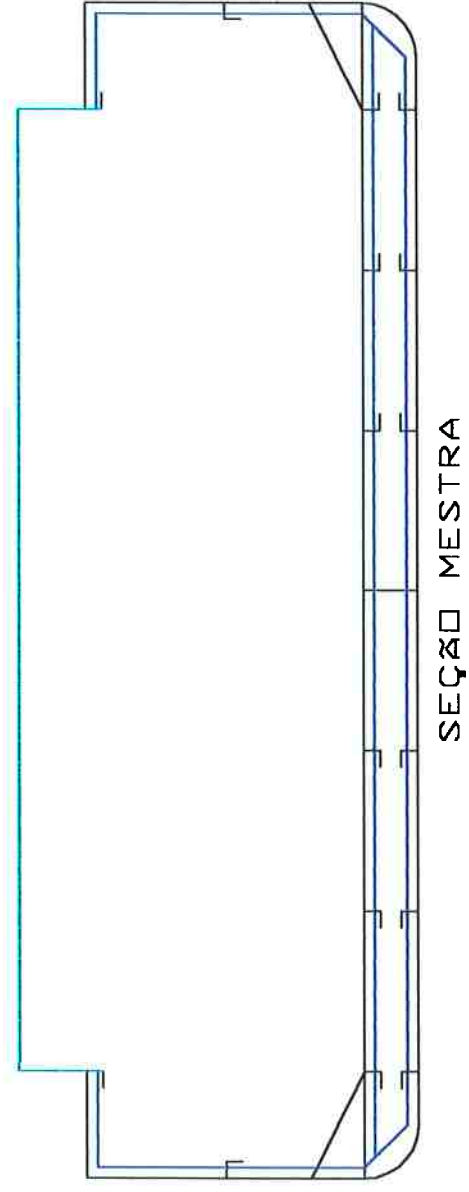
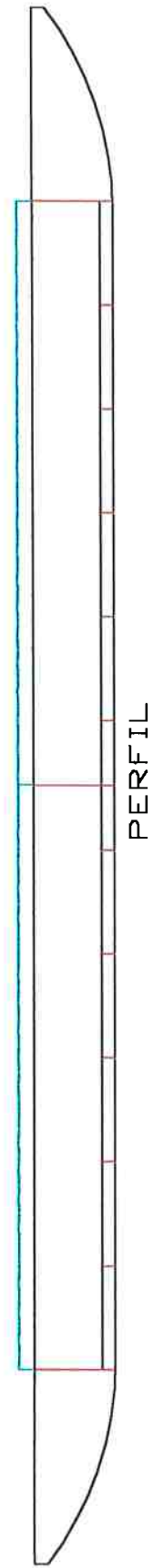
armazenagem apropriados para a carga transportada. Basicamente, pode-se agrupar as embarcações fluviais, nos tipos descritos a seguir.

II.1.1. Embarcações Graneleiras e Areieiras

As embarcações graneleiras são destinadas ao transporte de grânéis sólidos, constituídos por produtos agrícolas (soja, milho, arroz, trigo, outros), minérios (enxofre, calcáreo, bauxita, etc), e outros (cavacos de madeira, celulose, outros produtos), excluindo-se areia. A Figura 1 ilustra um exemplo deste tipo de embarcação, ressaltando-se:

- duplo fundo, com o chapeamento do teto apresentando leve tosamento dos bordos para o centro. Esse espaço pode ser usado para lastro, em caso da embarcação navegar com pouca ou nenhuma carga, de forma a garantir um calado mínimo para imersão do hélice, diminuir a área vélica (um dos elementos que constituem as causas de acidentes com pontes, principalmente em locais de ventos médios e fortes), transposição de vãos livres com restrição em altura e outras razões;
- escotilhas de grandes dimensões, para facilitar o transbordo de carga. São necessários convéses (corredores laterais) por questões estruturais e legais (exigência do Ministério da Marinha). Utilizam-se braçolas para aumentar o espaço de carga e para servir de suporte para as tampas, que são deslizantes. Em embarcações exclusivas para o transporte de minério ou cargas que podem ser submetidas às intempéries climáticas, as tampas são abolidas.

A estrutura de embarcações areieiras é ilustrada na Figura 2. Observe a geometria do silo, utilizada para facilitar o transbordo. O uso das tubulações de sucção e de enchimento no mesmo bordo facilita o descarregamento, mas acarreta banda permanente, devendo ser verificada a conveniência e possíveis soluções (lastro sólido ou líquido no bordo oposto, por exemplo). Quando estão em bordos opostos é comum choques entre o sugador (equipamento empregado na descarga e composto por tubulação e uma bomba) e a tubulação de enchimento. O sugador opera no bordo oposto ao da tubulação de sucção, de modo a mantê-la afastada do cais, prevenindo eventuais choques que podem danificar essa tubulação.



DIMENSÕES

- Compr. total 60,0 m
- Boca moldada 11,0 m
- Pontal moldado 03,1 m

Figura 1 - Estrutura Típica de Embarcações Granelleiras

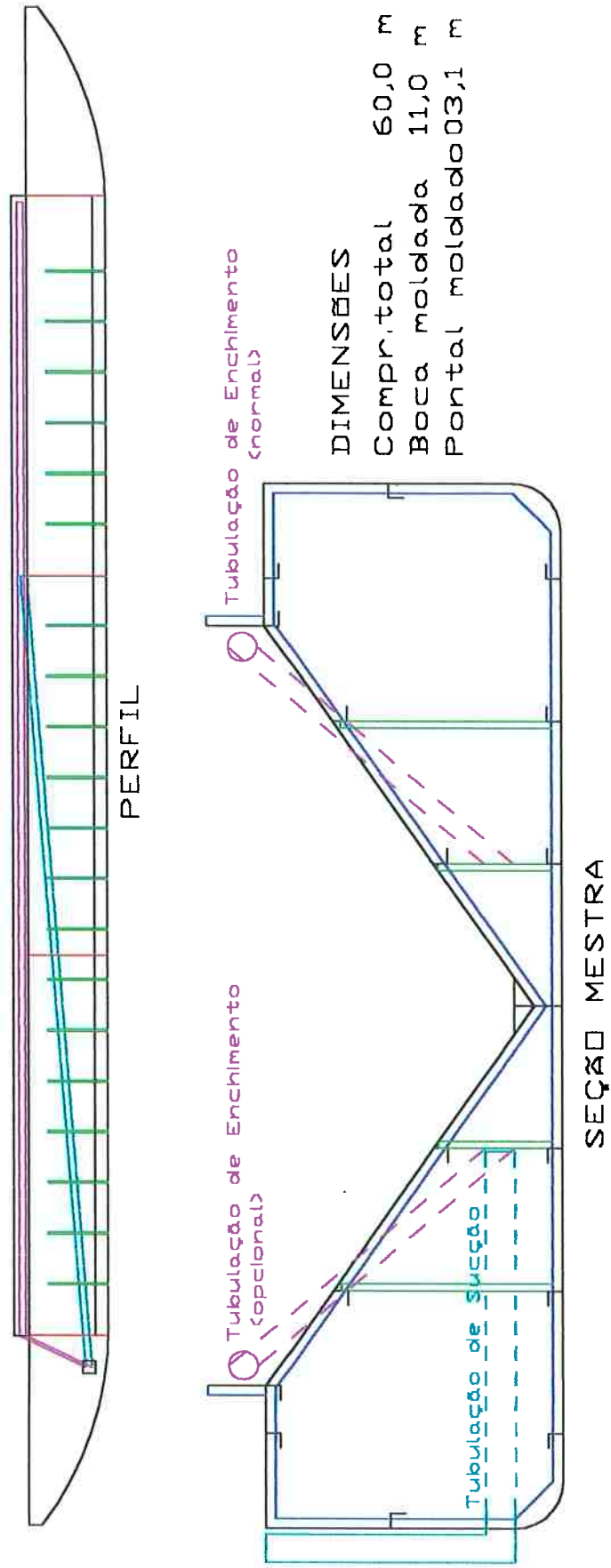


Figura 2 - Estrutura Típica de Embarcações Areleiras

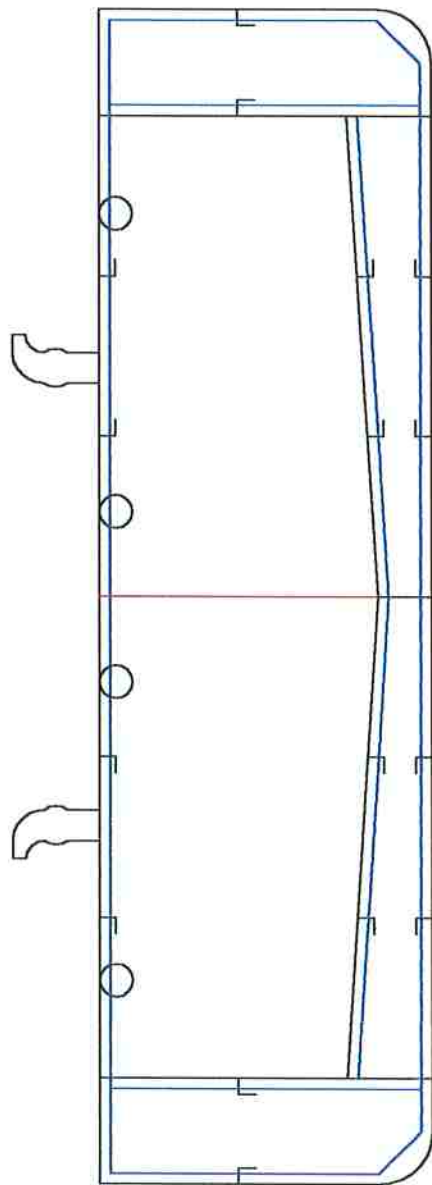
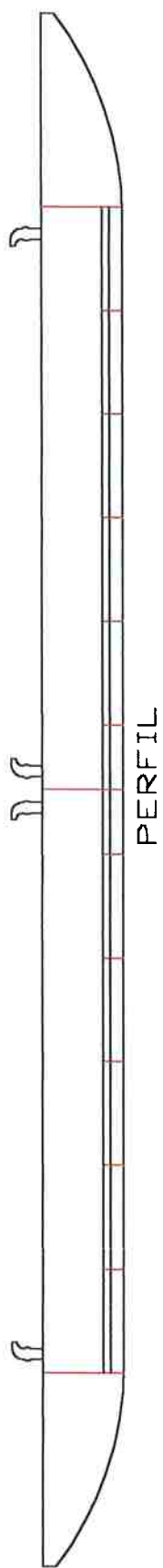
II.1.2. Embarcações Petroleiras

Destinam-se ao transporte de cargas líquidas, incluindo-se óleo diesel, gasolina, álcool e até mesmo água, conforme a necessidade. A Figura 3 ilustra a estrutura típica para essas embarcações, em que se destaca:

- uso de duplo casco, para evitar contaminação do meio ambiente, em casos de acidentes com o casco. O porão de carga deve apresentar tosameto, para um dos bordos, para vante ou ré, ou ambos, de modo a facilitar operação de descarga;
- a estrutura é fechada, com aberturas roscadas ou válvulas de acoplamento para transbordo, para evitar a perda da parte vaporizada da carga, no caso dos combustíveis, pois o par de variáveis temperatura e pressão de vaporização é próxima da ambiental (1 atmosfera e 25° C). Para evitar essa perda e também evitar eventuais problemas estruturais em dias de altos índices de incidência solar e temperatura, utilizam-se as válvulas de alívio de esfera. A escolha dessas esferas, fabricadas de materiais plásticos (PVC), depende do combustível e pressão tolerável (as tensões decorrentes dessa pressão, somada às tensões de carregamento, não deve provocar danos estruturais, como por exemplo, a flambagem). Quando a pressão atinge esse valor, a esfera é empurrada para cima e os gases escapam, diminuindo a pressão interna no tanque, fazendo a esfera retornar à posição inicial e vedando a passagem dos gases;
- deve ser utilizada tubulação de combate a incêndio, com gás inerte (CO₂ ou Halon).

II.1.3. Embarcações Contêineras

Empregadas no transporte de contêineres, sendo os de padrão ISO (20 ou 40 pés de comprimento e seção transversal quadrada de 2,44 metros de lado, medidas externamente) os mais usados. A Figura 4 mostra a estrutura típica para essas embarcações.



DIMENSÕES

Compr. total 60,0 m

Boca moldada 11,0 m

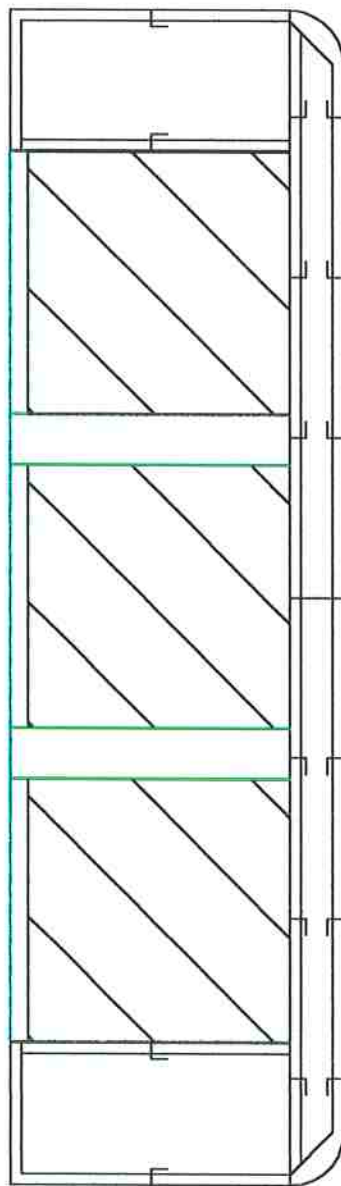
Pontal moldado 03,1 m

Figura 3 - Estrutura Típica de Embarcações Petroleiras



PERFIL

DIMENSÕES
Compr. total 60,0 m
Boca moldada 11,0 m
Pontal moldado 03,1 m



SEÇÃO MESTRA

Figura 4 - Estrutura Típica de Embarcações Contêineras

II.1.4. Embarcações Carreteiras

Conhecidas também como rô-rô (“roll-on, roll-off”), são empregadas no transporte de veículos rodoviários ou componentes rodantes. A Figura 5 mostra a estrutura usada nessas embarcações.

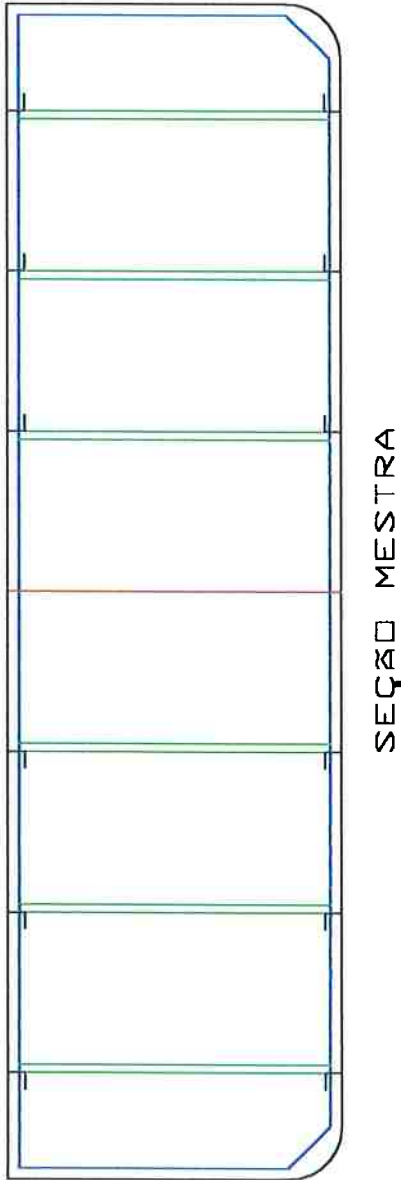
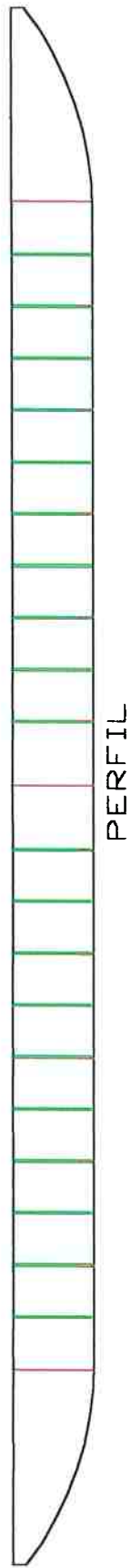
Observe-se que as embarcações fluviais não são normalmente dotadas de equipamentos de transbordo, tornando a eficiência de sua operação ainda mais dependente dos terminais, quando comparada com embarcações de longo curso ou navegação de cabotagem, que dispõem desses equipamentos. O uso de anteparas transversais estanques para dividir porões deve considerar a facilidade operacional e as exigências do MINISTÉRIO DA MARINHA – NORMAM 02 (1998) /31/.

II.1.5. Embarcações Combinadas

Além dessas, é comum o uso das embarcações combinadas, destinadas ao transporte de diferentes tipos de carga, sendo as mais empregadas:

- granel (líquido ou sólido) e container e paletes: os granéis são transportado nos porões abaixo do convés principal e os containeres e/ou paletes sobre o convés principal;
- granel (líquido ou sólido) e carretas: os granéis são transportados nos porões abaixo do convés principal e as carretas sobre o convés principal.

As embarcações para carga geral no transporte fluvial são pouco empregadas, dado a sua grande ineficiência, a não ser na forma combinada (carga geral e passageiros), praticamente limitada à Região Amazônica e que se constituem, com poucas exceções, no único meio de transporte para a população, notadamente a de baixa renda. Para o transporte de passageiros emprega-se embarcações autopropelidas, em que não há padrão preestabelecido. Nos **Anexos 3 e 4, 5 e 14** apresentam-se características de embarcações autopropelidas para transporte de passageiros na Hidrovia Tietê-Paraná.



DIMENSÕES
 Compr. total 60,0 m
 Boca moldada 11,0 m
 Pontal moldado 03,1 m

Figura 5 - Estrutura Típica de Embarcações Carreteiras

II.2. O PROJETO DE EMBARCAÇÕES

II.2.1. Requisitos do Armador

O projeto de uma embarcação é iniciado por um conjunto de dados (informações), convencionalmente chamados requisitos do armador, quais sejam:

- capacidade: quantidade de carga e/ou passageiros que a embarcação transportará;
- velocidade: é a velocidade operacional (de serviço) da embarcação;
- rota: portos/terminais, distâncias, restrições dimensionais e operacionais imposta pelas vias e terminais.

Observe-se que os requisitos do armador devem ser dados resultantes da avaliação de um projeto de transporte, conforme comentado anteriormente, em que se considera a Previsão de Tráfego.

II.2.2. A Espiral de Projeto

Para o projeto de embarcações utiliza-se, tradicionalmente, o conceito de Espiral de Projeto, técnica em que a busca da solução otimizada se faz através de um processo iterativo, abordando seqüencialmente os diferentes subsistemas que compõem a espiral, de modo a refiná-los, gradativamente, com o objetivo de obter um produto final (o navio), cujas características operacionais melhor atendam aos requisitos do armador. A Figura 6 ilustra a seqüência de itens abordada na Espiral de Projeto, conforme IPT (1989) /21/, NISHIMOTO e SAMPAIO (1995) /38/ e PNA (1988) /50/. A seqüência usual para o projeto de embarcação envolve os seguintes passos:

- 1º Passo: estabelecimento dos requisitos do armador;
- 2º Passo: busca de navios semelhantes. Essa semelhança é considerada em relação ao atendimento dos requisitos do armador. Quanto mais atende, mais a embarcação se aproxima da solução procurada. Na bibliografia especializada é possível encontrar muitas informações preciosas e, dentre outras, podem se citar: Revistas (OCEAN INDUSTRY (1982) /43/, MOTOR SHIP, outras), Séries Sistemáticas, Artigos (SNAME, SOBENA, etc) e Publicações de Sociedades Classificadoras (ABS, GL, outras);
- 3º Passo: utilização da espiral de projeto.

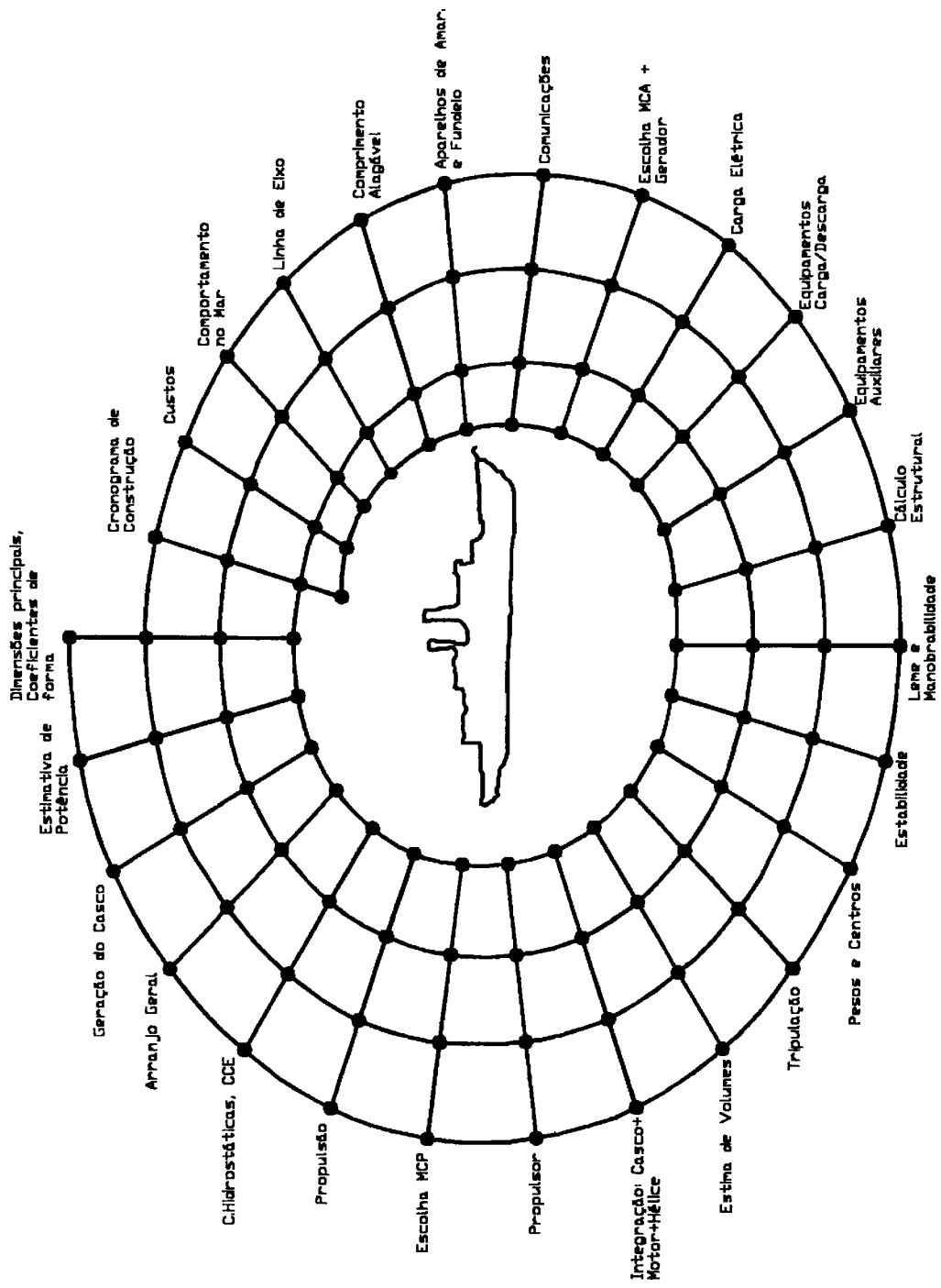


Figura 6 - Espiral de Projeto usada no Projeto de Embarcações

II.2.3. Projeto Básico e a NORMAM 02

Na Engenharia Naval são usuais as seguintes “definições” a respeito de projeto de embarcações.

Projeto Preliminar ou de Concepção

Consiste na escolha dos sistemas da embarcação no primeiro ciclo da Espiral de Projeto. A solução não é a otimizada e por vezes está até muito distante da solução boa. Como o próprio nome sugere, é preliminar e fornece idéias gerais sobre cada sistema da embarcação.

Projeto Básico

Ou simplesmente projeto. É a solução otimizada, onde todos os sistemas da embarcação são definidos considerando as interações entre eles. Normalmente, utilizam-se vários ciclos da Espiral de Projeto para se obter esta solução. Inclui ainda a elaboração dos documentos, planos e estudos listados de a) a r) do item II.2.3.1.

Projeto de Contrato

Busca-se definir os sistemas que permitam determinar os custos de construção e operação. Implica na especificação dos itens de maior custo. Assemelha-se ao Projeto Básico, em que os sistemas não explicitamente definidos são considerados iguais aos dos navios semelhantes.

Projeto de Detalhamento

Consiste na elaboração de desenhos para a construção, onde são especificados detalhes como chanfros, dimensões de cordões de solda, seqüências de soldagem, de montagem, de instalação de equipamentos, etc, sendo elaborado pelo próprio construtor em função de sua tecnologia.

O MINISTÉRIO DA MARINHA por intermédio de seus vários departamentos, divisões e diretorias exerce, direta ou indiretamente, o papel de órgão normatizador, regulamentador e fiscalizador das vias navegáveis, dos portos e terminais e dos veículos hidroviários e suas operações. Esse Ministério é também representante do Governo Brasileiro em organizações marítimas internacionais em que o Brasil é signatário. Como tal, exige que as normas estabelecidas por essas organizações sejam cumpridas.

No transporte fluvial, especificamente, a *NORMAM 02: Normas da Autoridade Marítima para Embarcações Empregadas na Navegação Interior*, de 1998, estabelece os requisitos que uma embarcação deve atender para obter o Certificado de Segurança à Navegação (CSN), espécie de licença de operação. Esses requisitos atingem tanto o projeto (os documentos, planos, equipamentos exigidos) e a construção (os empenos, deformações, tolerâncias dimensionais aceitáveis, etc), como a operação (tripulação, periodicidade das inspeções e elementos inspecionados, tais como estrutura, maquinaria, etc). Ressalte-se que aspectos de segurança (coletes e bóias, combate à incêndio, radiocomunicação, sinalizadores e fumígenos, caixa de primeiros socorros, luzes de navegação, etc) exigidos pela “International Maritime Organization” – IMO são contemplados pela NORMAM 02.

O MINISTÉRIO DA MARINHA – NORMAM 02 (1998) /31/, classifica as embarcações em 3 (três) grupos:

- a) **Embarcações Classificadas:** todas as embarcações empregadas na Navegação Interior, com:
- Arqueação Bruta (AB) maior que 500, com propulsão ou não; ou,
 - Todos os empurradores e rebocadores com potência instalada maior que 1490 kW (2000 HP).
- b) **Embarcações GEV (Grupo Especial de Vistorias):** embarcações não classificadas, que são:
- destinadas ao transporte de passageiros ou que operem com mais de 12 (doze) pessoas a bordo, e com Arqueação Bruta (AB) maior que 50, com propulsão ou não. Essa abordagem indica que havendo mais de 12 pessoas a bordo, os requisitos e exigências são os mesmos que para embarcações de passageiros, mais severos, tendo em vista a necessidade de segurança em relação à vida humana;
 - autopropelidas, não destinadas ao transporte de passageiro, com Arqueação Bruta (AB) maior que 100;
 - demais embarcações, não destinadas ao transporte de passageiro, com Arqueação Bruta (AB) maior que 200.

- c) **Embarcações miúdas:** todas as demais embarcações não enquadradas como Classificadas ou GEV.

Nota: “a Arqueação Bruta (AB) é a expressão do tamanho total de uma embarcação, sendo função do volume de todos os espaços fechados (casco e casarias). É um **parâmetro adimensional**. É determinada por: $AB=K1*Vol$, onde $K1=0,2+0,02*\log Vol$ (Vol–volume em m^3)” (NORMAM 02 (1998) /31/).

II.2.3.1. Obtenção de Licença de Construção

A documentação exigida para obtenção de licença de construção ou alteração, reclassificação ou regularização de embarcações é função do grupo a que ela pertence (Classificada, GEV ou miúda). Essa documentação, de acordo com a NORMAM 02 (1998) /31/ (no anexo 3-F), se constitui de:

- a) **Memorial Descritivo:** são as especificações da embarcação, listando e descrevendo seus componentes, incluindo os materiais, regulamentos e normas que deverá obedecer. O **Anexo 1** mostra um exemplo de Memorial Descritivo;
- b) **Plano de Linhas:** representa as formas geométricas da embarcação. É dividido em 3 vistas, denominados Plano de Balizas, Plano de Linhas d’água e Plano de Linhas do Alto. O **Anexo 2** mostra o Plano de Linhas de uma embarcação.
- Plano de Balizas: representa as seções transversais da embarcação, ao longo do comprimento. Como é usual ter-se simetria entre os bordos, apresenta-se nesse plano apenas meia seção, com as balizas de ré representadas à esquerda do plano, e as de vante, à direita;
- Plano de Linhas d’água: representa as seções horizontais, ao longo do pontal;
- Plano de Linhas do Alto: representa as seções verticais longitudinais, ao longo da meia boca, dada a simetria entre os bordos. Para embarcações quinadas é normal representar somente as quinas e os convéses (ao lado e ao centro), no Plano de Linhas do Alto e no Plano de linhas d’água (Vide Anexo 2).

- c) **Plano de Arranjo Geral:** oferece uma visão geral da embarcação, identificando e localizando os equipamentos, aparelhos, redes, compartimentos, porões, tanques, acessos, luzes e outros detalhes. No **Anexo 3** é mostrado o Plano de Arranjo Geral;
- d) **Plano Estrutural e Seção Mestra:** representa os elementos estruturais utilizados, compostos por chapas e perfis (longitudinais, transversais, verticais), denominados genericamente escantilhões. Esses planos podem ser representados no mesmo desenho ou não, dependendo do porte da embarcação e do sortimento de escantilhões. No **Anexo 4** é mostrado esse plano;
- e) **Plano de Capacidade:** usado para identificar e localizar os compartimentos (porões, tanques, escotilhas), os equipamentos e aparelhos destinados ao transbordo de carga, à ventilação dos porões, de amarração e fundeio, fornecendo a capacidade e a posição do centro de gravidade de cada um;
- f) **Plano de Segurança:** utilizado para identificar e localizar os equipamentos, aparelhos e instalações de segurança (combate a incêndio, é o exemplo mais comum, incluindo aí extintores e rede de incêndio), de salvatagem (coletes e bóias salva-vidas, embarcação de sobrevivência, etc) e diversos (artefatos pirotécnicos, sinalizadores, caixas de primeiros socorros, equipamentos de comunicação, etc);
- g) **Plano de (Arranjo de) Luzes de Navegação:** onde se indicam as luzes de navegação, detalhando nomes, cores, setor, alcance e cotas verticais e horizontais, a partir do convés e seção mestra respectivamente. É comum representar esses três planos (Capacidade, Segurança e Luzes de Navegação) em um único desenho. No **Anexo 5** é mostrado o Plano de Capacidade, Segurança e Luzes de Navegação;
- h) **Curvas Hidrostáticas** (que podem ser apresentadas em forma de tabelas): relacionam os elementos hidrostáticos como função da linha d'água de flutuação ou calado de operação. No **Anexo 6** é mostrado uma tabela como exemplo dessas curvas. Ressalte-se que esses elementos dependem somente da geometria do casco;

- i) **Curvas Cruzadas de Estabilidade** (que podem ser apresentadas em forma de tabelas): relacionam braços de endireitamento com o deslocamento da embarcação, parametrizados pelo ângulo de inclinação da embarcação. Nas Curvas Cruzadas de Estabilidade (CCE) adota-se a altura do centro de gravidade (KG) da embarcação como igual a zero (KG=0). Esses elementos são fundamentais na estabilidade transversal. No **Anexo 7** é mostrado um conjunto de tabelas como exemplo das CCE;
- j) **Folheto de Trim e Estabilidade Preliminar**: envolve três fases, basicamente:
- Estudo de Pesos e Centros: todos os elementos que compõem o navio deverão ter seus pesos e centros de gravidade determinados, de modo a se obter o centro de gravidade da embarcação, para cada condição de operação. Vide **Anexo 8**;
 - Curva de Estabilidade Estática (CEE): relaciona braço de endireitamento com o ângulo de inclinação. Para cada condição de operação, de deslocamento, tem-se uma curva dessa. Vide **Anexo 9**;
 - aplicação dos Critérios de Estabilidade: são requisitos mínimos estabelecidos pelo MINISTÉRIO DA MARINHA-NORMAM 02 (1998) /31/, que consideram a interação da embarcação com o meio ambiente em condições extremas de operação. Vide **Anexo 10**;
- Para um maior aprofundamento sobre cada elemento hidrostático, Curvas Cruzadas e de Estabilidade Estática, recomenda-se consulta FONSECA (1989) /15/, MANNING (1962) /29/ e PNA (1988) /50/.
- k) **Notas de Arqueação e Notas de Borda Livre**:
- Notas de Arqueação: determinação da Arqueação Bruta (AB) e Arqueação Líquida (AL) da embarcação. Vide **Anexo 11**;
 - Notas de Borda Livre: determinação da Borda Livre, na condição de máximo carregamento. Vide **Anexo 12**.
- l) **Prova de Inclinação**: consiste na determinação do centro de gravidade da embarcação na condição de "peso leve", descrita pela NORMAM 02 (1998) /31/, através da ação de momento emborcador (obtido pela movimentação de pesos conhecidos) e ângulo de banda ou inclinação alcançado na condição de equilíbrio;

- m) **Folheto de Trim e Estabilidade Definitivo**: semelhante ao Estudo de Estabilidade Preliminar, mas usando valores de “peso leve” e centro de gravidade obtidos na Prova de Inclinação.

A Prova de Inclinação e o Estudo de Estabilidade Definitivo são realizados após o lançamento da embarcação, executado após vistoria inicial a seco feita pelo Ministério da Marinha, conforme inspeções estabelecidas pela NORMAM 02 (1998) /31/. No momento da emissão da licença de construção ou alteração, esses itens ficam constando como “pendências”, a serem cumpridas antes das vistorias flutuando e obtenção do Certificado de Segurança à Navegação - CSN, documento emitido pelo Ministério da Marinha atestando que foi vistoriada e atende as regras previstas na NORMAM 02. Para as embarcações classificadas, no Estudo de Estabilidade Preliminar e Definitivo devem ser apresentadas figuras de Momento Fletor e Esforço Cortante agentes na viga navio, para cada condição de carregamento analisada;

- n) **Plano de Expansão do Chapeamento**: plano onde todo o chapeamento do casco é “planificado”, se representa as fiadas de chapas, com respectivas espessuras e material (no caso de uso de materiais diferentes, como é comum no cintado e trincaniz de navios de longo curso), as emendas entre blocos (quando for o caso), espelhos de proa e popa (se existirem);

- o) **Folheto de Trim e Estabilidade em Avaria**: semelhante ao Estabilidade Definitivo, com a embarcação avariada;

O Plano de Expansão de Chapeamento e Estabilidade em Avaria, são exigidos somente para embarcações classificadas.

- p) **Cartão de Tripulação de Segurança (CTS) Inicial**: representa o número mínimo de tripulantes que guarnecerá a embarcação, estabelecido qualitativa (função, por exemplo, comandante, piloto, chefe de máquinas, marinheiro de convés ou máquinas, outros) e quantitativamente (número de pessoas para cada função). Essa tripulação é estabelecida em função do porte da embarcação, tipo de navegação,

potência instalada, atividade, sistemas de bordo, outros, conforme estabelecido pelo MINISTÉRIO DA MARINHA-NORMAM 13 (1998) /32/.

Esta relação de documentos tem por objetivo mostrar todos aqueles necessários para definir uma embarcação, constituindo-se, junto com Plano de Linha de Eixo e Plano de Redes de Bordo (os quais não são exigidos pela NORMAM 02), no que se denomina Projeto Básico do Navio.

- q) **Plano de Linha de Eixo:** onde são indicados eixo de transmissão e detalhes de mancais, junções, tubo telescópico, pé de galinha, lubrificação usada, outros;
- r) **Plano de Redes de Bordo:** usado para mostrar redes hidráulicas: combate a incêndio, água potável, lastro, esgoto, serviços gerais, óleo combustível e outras; e redes elétricas: quadro elétrico principal, com aparelhos medidores (voltímetro, amperímetro, freqüencímetro, outros); elementos de proteção (disjuntores, fusíveis, chaves, outros); circuitos diversos: iluminação, podendo se subdividir por convés ou área do navio; acionamento de equipamentos, principalmente os de grande potência, que requer um circuito individual (bombas, cabrestantes, guinchos, máquina do leme e outros).

II.2.4. Influência das Formas Geométricas

As dimensões principais e formas geométricas de uma embarcação têm influência sobre aspectos importantes, tais como capacidade de carga, estrutura e resistência ao avanço, que, por sua vez, relacionar-se-ão com o custo do veículo (embarcação), custo de óleo combustível (um dos principais itens de custo como se verá adiante) e na geração de receita (carga transportada). Muitos autores têm mostrado a importância da forma geométrica, dentre outros, HIRATA (1991) /19/, IPT (1978) /20/, IPT (1989) /21/, LATORRE e ASHCROFT (1981) /25/, LATORRE, LUTHRA E TANG (1982) /26/, LATORRE e CHRISTOPOULOS (1983) /27/, LATORRE (1983) /28/.

Pela leitura dos autores acima, é possível extrair algumas recomendações importantes que são resumidas em seguida.

- $L_E/L \geq 0,10$, L_E é o comprimento do corpo de entrada
- $H/L_E \leq 0,25$, H é o calado de operação (projeto);
- comprimento de corpos de entrada maiores apresentam menores resistência ao avanço. A Figura 7 ilustra esse fato, conforme HIRATA (1991) /19/;
- corpos de entrada em arco são mais convenientes. Sempre existe um raio de concordância entre o corpo de entrada e o corpo paralelo. Veja Figura 7;
- introduzindo-se uma altura de fundo (deadrise), ou perfil em cunha, no corpo de vante produz-se redução na resistência. A Figura 8 ilustra isso, conforme HIRATA (1991) /19/;
- estreitamento lateral do corpo de vante (afilamento) produz redução na resistência;
- a inclinação do corpo de saída deve ser mais suave que o corpo de vante, aumentando-se os raios de concordância a fim de minimizar os efeitos de separação. A inclinação máxima permissível estaria entre 22-25°. A introdução de pequena imersão do espelho de popa, provoca redução na resistência. No caso de comboios, é comum o uso de chatas bissimétricas (simetria de bordos e de proa e popa).
- para comboios, tanto quanto possível, preferir o integrado. O não integrado apresenta resistência bem maior. A Figura 9 ilustra esses tipos de comboio, conforme HIRATA (1991) /19/.

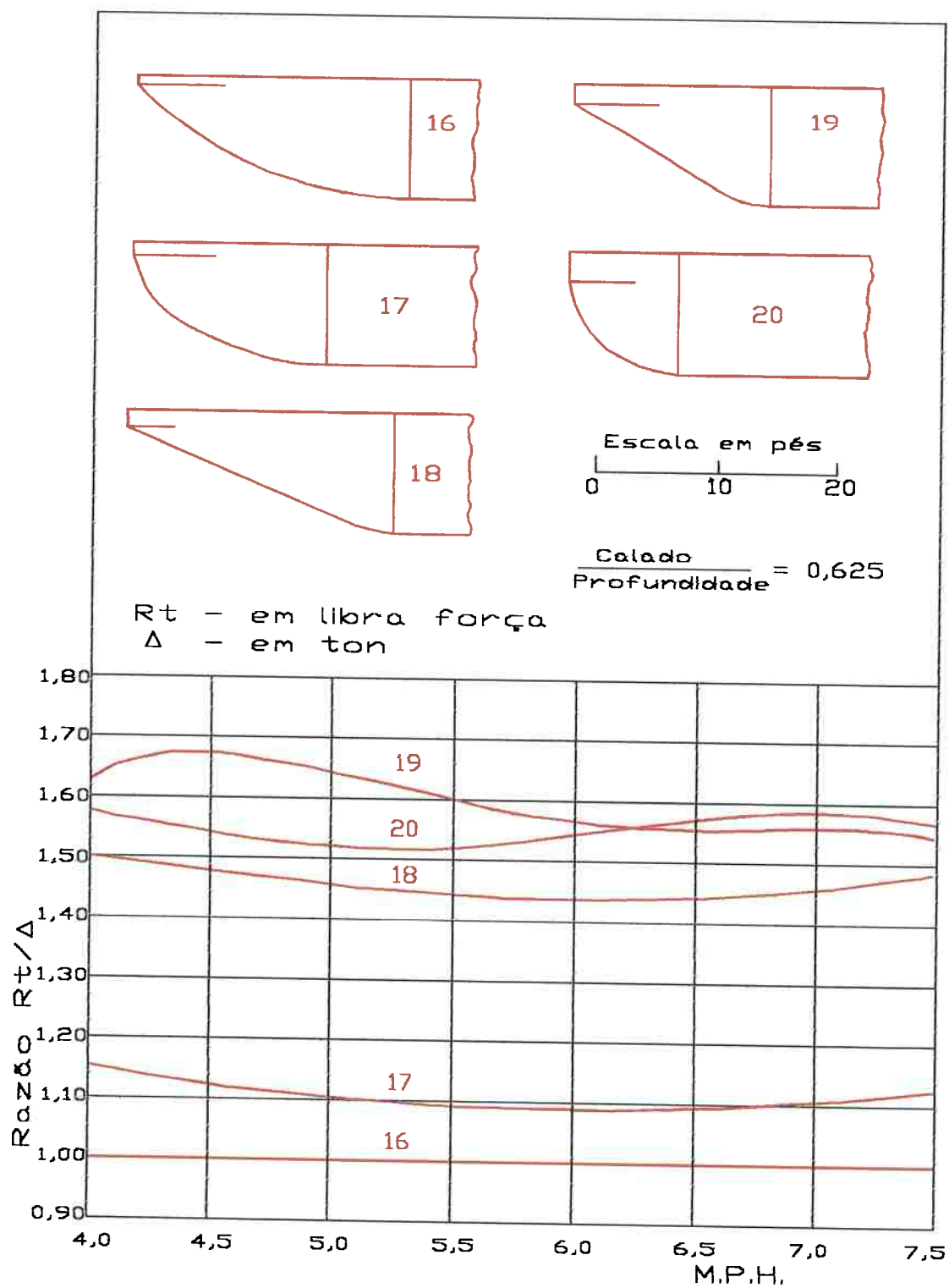
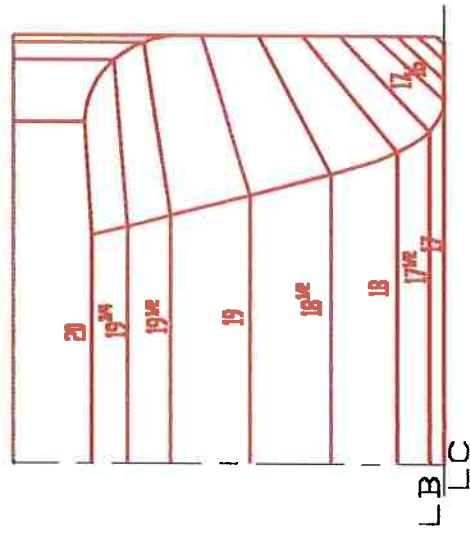
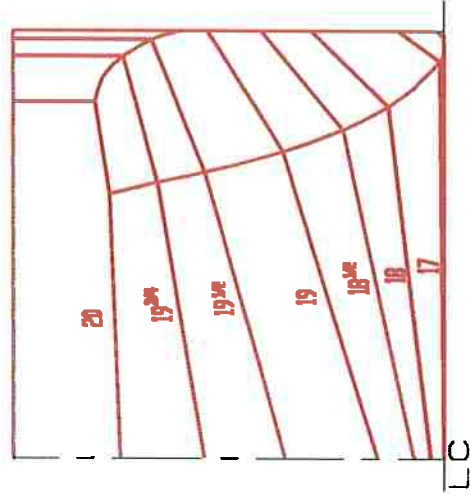


Figura 7 - Influência da forma da proa
 na resistência ao avanço,
 conforme, HIRATA (1991) /19/



FORMA DE PROA NORMAL



FORMA DE PROA EM CUNHA

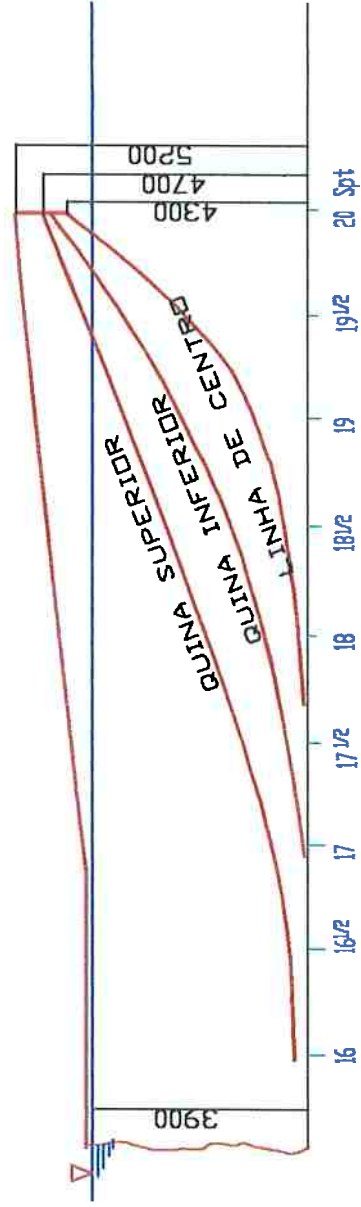


Figura 8 - Formas de Proa e Perfil de Proa em Cunha conforme HIRATA (1991) /19>

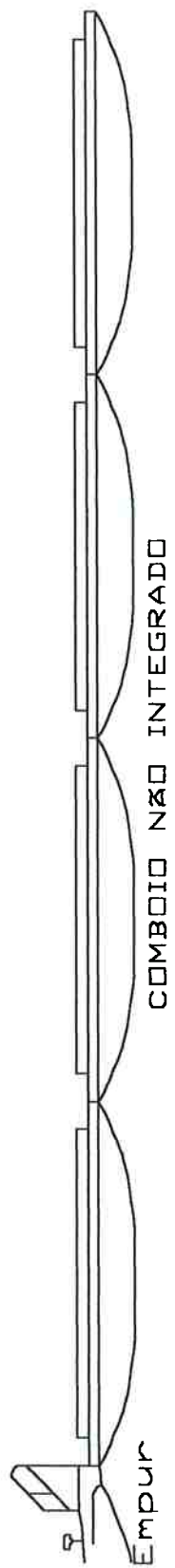
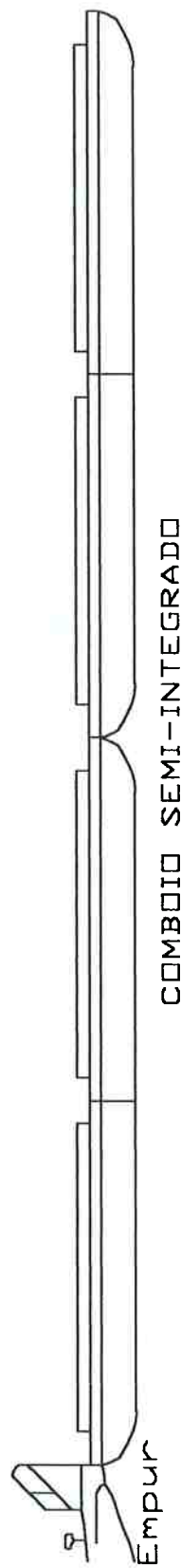
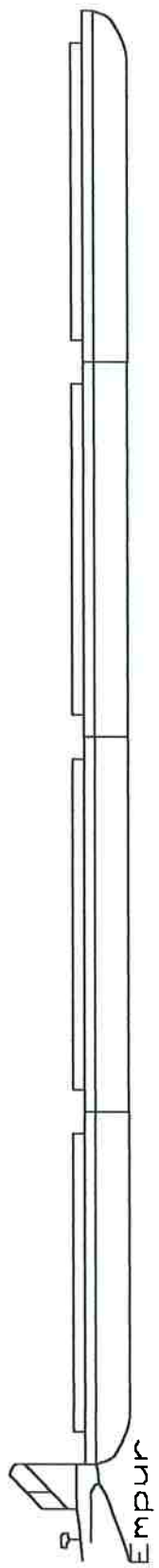


Figura 9 - Comboios Integrado, Semi-Integrado e Não Integrado

Para embarcações que operam na Hidrovia Tietê-Paraná, as restrições que devem ser consideradas, conforme MINISTÉRIO DO TRANSPORTE (1998) /33/, CESP (1991) /7/ e CESP (1996) /8/, são as apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Características das Eclusas da Hidrovia Tietê Paraná

Eclusa	Comprimento (em m)	Largura (em m)	Altura da máscara (em m)	Tempo de Eclusagem (em minutos)
Barra Bonita	142,0	12,0	7,0	59
Bariri	142,0	12,0	7,0	53
Ibitinga	142,0	12,0	7,0	57
Promissão	142,0	12,0	7,0	67
Nova Avanhandava				
Superior	142,0	12,0	7,0	57
Inferior	142,0	12,0	7,0	53
Três Irmãos				
Superior	142,0	12,0	10,0	59
Inferior	142,0	12,0	10,0	55
Jupia	210,0	17,0	10,0	67
Porto Primavera	210,0	17,0	10,0	67

Observação: as eclusas Jupia e Porto Primavera situam-se no Rio Paraná, as demais, no Rio Tietê. O tempo para eclusagem se refere ao comboio típico e demais embarcações que operam nessa área.

II.2.5. Escolha do Sistema Propulsivo

Para a determinação do sistema propulsivo, o ideal, conforme estabelece a Teoria Hidrodinâmica através de HIRATA (1991) /19/ e PNA (1988) /50/, dentre outros, seria a construção de um modelo reduzido, com suas linhas e formas definidas, e ensaios em tanque de prova. No entanto, por problemas de custo e tempo, outros meios foram desenvolvidos, que permitem a seleção do sistema propulsivo, mesmo em fases mais avançadas do projeto da embarcação, sendo os mais empregados as séries sistemáticas e as formulações empíricas.

A seqüência na determinação do sistema propulsivo consiste na determinação da resistência ao avanço, escolha do hélice, escolha do motor e escolha do redutor.

II.2.5.1. Resistência ao Avanço

Consiste na determinação da resistência ao avanço para a velocidade de operação, ou o levantamento da curva resistência versus velocidade ($R_T \times V$), que é a forma mais usual, em que se inclui a velocidade de operação.

Para essas embarcações, uma estimativa da resistência ao avanço pode ser feita pela Fórmula de Howe. Essa fórmula foi desenvolvida a partir de ensaios com autopropelidos, comboios e modelos, de formas geométricas semelhantes àquelas mostradas acima. Assim, quanto menor a semelhança entre a embarcação em projeto e as utilizadas para estabelecimento da Fórmula de Howe, tanto menor será a correlação e, obviamente, a resistência real será diferente da estimada. A verificação em comboios que operam na Hidrovia Tietê-Paraná, confirma esse fato, através do cálculo da resistência e seleção do sistema propulsivo (Motor + Hélice + Redutor). Algumas considerações sobre o emprego dessa formulação são pertinentes e apresentadas a seguir:

- a) na estimativa da resistência de comboios, consideram-se apenas as chatas, pois as dimensões do empurrador são bem menores do que as do comboio, podendo ser desconsiderada. Essa é uma prática universal e que apresenta bons resultados. As dimensões do comboio típico da Hidrovia Tietê-Paraná, composto por duas chatas em linha e um empurrador, conforme levantamento feito, são:

	Chatas	Empurrador
Comprimento total	60,0 m	17,0 m
Boca Moldada	11,0 (10,5) m	07,0 (08,0) m
Pontal	03,1 (3,0) m	02,2 (2,3) m
Calado de Projeto	02,5 m	01,7 (1,5) m
Motores Principais		2 x 430 (380 CV)

Existem pequenas variações nas dimensões, dependendo da fonte consultada, conforme CESP (1991) /7/ e CESP (1996) /8/, sendo que as dimensões propostas estão indicadas entre parênteses.

- b) as unidades de medida são inglesas, como descrito a seguir. Deve-se estar atento a unidades quando do emprego de formulações empíricas. Mantiveram-se tais unidades por questão de preservação da forma original da fonte consultada.

A fórmula de Howe é dada, conforme LATORRE (1983) /28/, por:

$$R_T = F_i e^P H^R L^{0,38} B^{1,19} V^2 \quad (1)$$

onde:

R_T – resistência total ao avanço, em lb (libra-força) (1 lb = 0,4536 kgf = 4,4498 N);

F_i – fator de integrabilidade, que considera o tipo de comboio, cujo valor é dado pela Tabela 2, conforme LATORRE (1983) /28/;

e – número de Euler; $e = 2,718281828\dots$;

P – fator de profundidade (águas rasas); $P = 1,46/(h - H)$

h – profundidade do canal. Deve representar o valor encontrado na maior parte da extensão da via ou trecho utilizado, em pés. Para a Hidrovia Tietê-Paraná esse valor pode ser tomado como 5,0 m (16,40 pés);

H – calado uniforme da embarcação, em pés;

R – fator de águas restritas, lateralmente; $R = (0,6 + 50)/(W_V - B)$;

W_V – largura da via. Deve representar o valor encontrado na maior parte da extensão da via ou trecho utilizado (a moda, em termos estatísticos), em pés;

B – boca da embarcação (comboio), em pés;

L – comprimento da embarcação (comboio) na linha d'água, em pés;

V – velocidade de operação da embarcação, em milhas (terrestre) por hora (mph) (1 milha terrestre = 1609 metros).

Tabela 2 – Fator de integrabilidade (Fi) para embarcações e comboios

Tipos de Embarcações/Comboios	Valor de Fi
Integrado ou autopropelido	0,27
Semi-integrado	0,40
Não integrado	0,50

II.2.5.2. Escolha do Hélice

Aqui há diversos passos a serem seguidos:

- a) **1º passo:** seleção da série de hélice a ser utilizada: B-TROOST, KAPLAN (hélices entubados), GAWN, SUPERCAVITANTE, etc.

O mais comum é o emprego de hélices B-TROOST, por facilidade construtiva e de manutenção. O uso de hélices entubados, principalmente em empurradores e rebocadores, também é comum. No entanto, a influência de imperfeições geométricas no duto ou na sua colocação (empenos decorrentes de seqüência de soldagem), principalmente nas manutenções e acidentes, podem tornar seu uso desvantajoso, conforme já se constatou em inspeções realizadas em comboios das Hidrovias Tietê-Praná e do São Francisco.

- b) **2º passo:** seleção dos hélices. O objetivo é selecionar hélices que propiciem a embarcação atingir a velocidade de projeto. Essa seleção consiste em definir o número de pás (z), razão de área (A_e/A_o) e relação passo e diâmetro (P/D). Cada um dos hélices atingirá o objetivo operando em uma rotação.

Como as possibilidades de escolha são muitas, o ideal é utilizar recursos computacionais, com programas adequados, que permitam essa busca. Através dos recursos apresentados no PNA (1988) /50/ é possível desenvolver um aplicativo para isso.

Para a seleção do propulsor é necessário determinar o coeficiente de esteira (w) e o coeficiente de redução da força propulsora (t), definidos por:

$$V_a = V(1 - w) \quad (2a)$$

onde:

V_a – velocidade de avanço do propulsor;

V – velocidade de operação da embarcação;

w – coeficiente de esteira.

$$T = R_T / (1 - t) \quad (2b)$$

onde:

R_T – resistência (total) ao avanço, para a condição de projeto (operação);

T – empuxo do propulsor;

t – coeficiente de redução da força propulsora.

Para melhor entendimento, recomenda-se uma consulta cuidadosa ao PNA (1988) /50/, PADOVEZI (1989) /46/ e PADOVEZI e HIRATA (1982) /47/. Para embarcações interiores, LATORRE, LUTHRA E TANG (1982) /26/, propõem:

- coeficiente de esteira:

$$w = 0,11 + (0,16/N_h) (C_B)^{N_h} (\nabla^{1/3}/0,7H)^{1/2} \quad (3)$$

onde:

N_h – número de hélices;

C_B – coeficiente de bloco (para a linha d'água de projeto);

∇ – volume de deslocamento (para a condição de projeto);

H – calado uniforme da embarcação (para a condição de projeto).

- **coeficiente de redução da força propulsora:**

$$t = 0,6 w (1 + 0,67 w) \text{ (para embarcações monohélices)} \quad (4.a)$$

$$t = 0,8 w (1 + 0,25 w) \text{ (para embarcações bihélices)} \quad (4.b)$$

As expressões 4 são aplicáveis somente a embarcações sem duto. Para as que trabalham com duto ou túneis, recomendam-se modelos propostos por LATORRE, LUTHRA E TANG (1982) /26/.

- c) **3º passo:** escolha do hélice. Escolher, dentre os selecionados, o hélice de maior rendimento e menor índice de cavitação. Índices de Cavitação acima de 10%, conforme PNA (1988) /50/ e PADOVEZZI (1989) /46/, são indesejáveis, pois têm influência direta no rendimento e diminuem a vida útil do propulsor.

Algumas recomendações são dadas a respeito da escolha do hélice:

- evitar usar hélices de 3 (três) pás. Eles podem até fornecer um rendimento maior, mas podem ser fontes de vibrações. No levantamento realizado em embarcações da Hidrovia Tietê-Paraná, constatou-se esse tipo de problema por uma combinação indesejável: hélices de três pás e relação de redução nas caixas redutoras de três para um (3 : 1), fazendo coincidir a frequência de excitação do motor e do hélice;
- tanto quanto possível, utilizar dois ou mais hélices e respectivos motores, pois facilita manobras e aumenta a segurança. Na navegação interior é comum ocorrer acidentes com sistema propulsivo, devido a troncos, encalhes em bancos de areia, batidas do hélice em pedras e outras ocorrências, principalmente em época de águas baixas;
- por facilidade de manutenção, o uso de hélices Série B-TROOST, deve ser preferido. Evitar uso de dutos, por questões geométricas no alinhamento durante a

- instalação, dimensões e folgas na construção, os quais se configuram em sérias dificuldades na prática do dia a dia;
- folga entre a ponta das pás e o casco (e cadaste, quando for o caso), nunca inferior a 50 mm (cinquenta milímetros), sendo o recomendável, 100 mm (cem milímetros) ou mais;
 - evitar o uso de hélice em balanço, pois é fonte de desgaste de buchas e camisas do tubo telescópico, colaborando ainda mais em termos de vibrações. O emprego de pé de galinha atende essa necessidade;
 - usar maiores diâmetro que for possível e necessário, porque tendem a melhorar rendimento, pois para o mesmo empuxo, tem-se rotação menor, o que diminui o índice de cavitação. Nos autopropelidos é comum linha de eixo/hélices com pequena inclinação, até 12°, em relação a linha de base e abaixo dela.

II.2.5.3. Escolha do Motor

A escolha do motor é feita através da potência de catálogo. Normalmente, a curva de potência é apresentada na forma gráfica, como mostrada pela Figura 10. Essas curvas de potência representam a potência medida no eixo de manivela do motor. A linha contínua, denominada Potência Máxima Contínua (PMC), na qual o motor pode operar 24 horas por dia, é denominada Potência de Freio (“Brake Power” – P_B), curva empregada para escolha do motor. A curva pontilhada, denominada Potência Máxima Intermitente deve ser usada em casos excepcionais (manobras, início de operação, paradas,...), de 1 a 2 horas por dia, conforme recomendação do fabricante.

A potência necessária para fazer a embarcação se mover a uma velocidade V (velocidade de operação), é conhecida por Potência de Reboque ou Efetiva (“Effective Power” – P_E), determinada através da resistência ao avanço, dada por:

$$P_E = (1 + F_S) R_T V \quad (5)$$

onde:

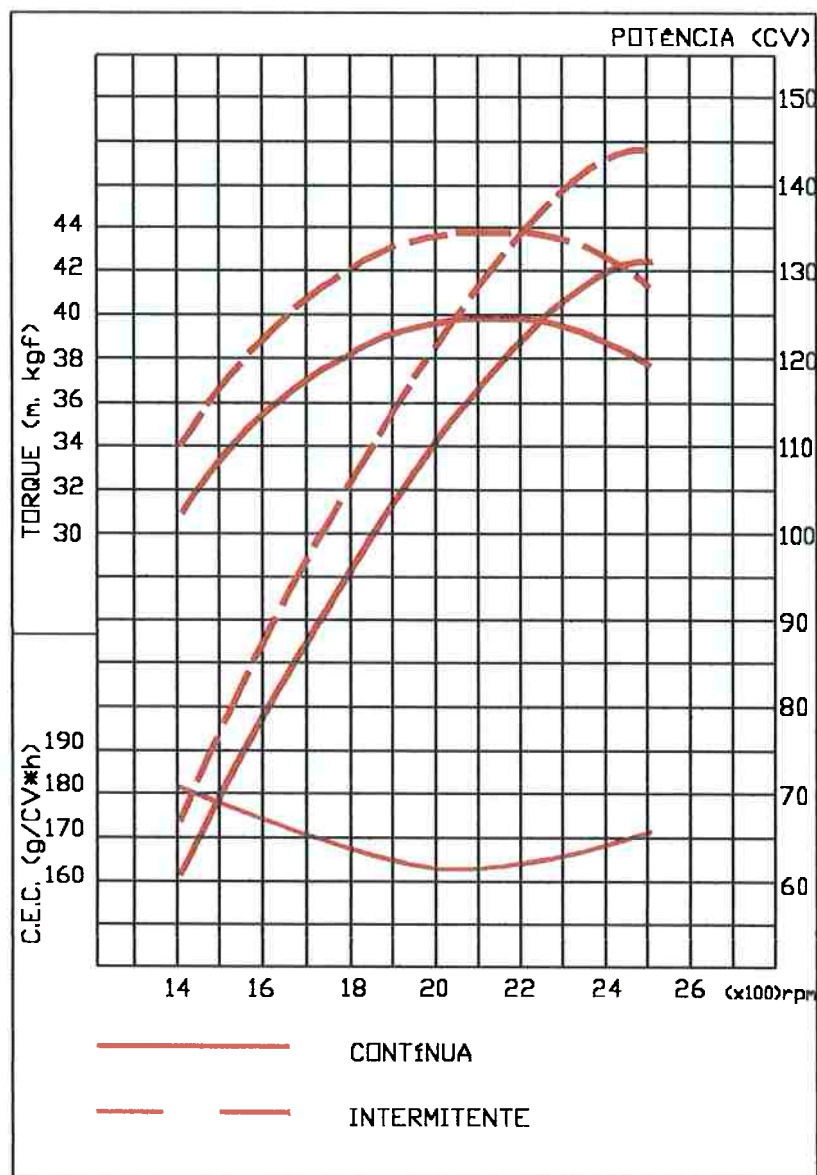


Figura 10 - Curvas típicas de potência, torque e consumo específico

F_s – fator de serviço. Leva em consideração que a curva de resistência da embarcação não é a prevista teoricamente devido a diversos fatores não considerados: resistência do vento, de ondas, o casco apresenta imperfeições e rugosidades, etc, que podem se modificar ao longo do tempo, sem contar o desgaste do próprio motor. O IPT (1989) /21/ recomenda F_s de 0,0 a 0,30, dependendo do ambiente, metodologia, nível de manutenção do sistema (casco, hélice, motor, outros ligados à propulsão). Na navegação interior, na maioria dos casos, não precisa ser superior a 0,10, sendo comum adotá-lo igual a zero. Assim: $0,0 \leq F_s \leq 0,10$;

R_T – resistência (total) ao avanço, para a velocidade de operação;

V – velocidade de operação;

P_E – potência efetiva (ou de reboque).

A relação entre Potência de Freio e Potência Efetiva é denominada Coeficiente Propulsivo, o qual deve representar todas as eficiências ou perdas ocorridas desde a geração (eixo de manivela) e disponível para movimentar a embarcação. Pode-se determiná-lo, por:

$$C_{pr} = P_E/P_B \quad (6a)$$

$$C_{pr} = e_c e_m e_{\pi} e_h \quad (6b)$$

onde:

e_c – eficiência do casco, é determinada por: $e_c = (1 - t)/(1 - w)$;

w, t – coeficientes de esteira e de redução da força propulsora, respectivamente;

e_m – eficiência mecânica: leva em consideração perdas por atrito nos mancais, tubo telescópico, pé de galinha, caixa redutora e outras. Valor típico adotado: 0,95;

e_{π} – eficiência relativa rotativa: essa eficiência leva em consideração o fato de que nos ensaios de hélices, ele opera isoladamente (ensaio de água aberta). Devido a esteira da embarcação, a eficiência do propulsor não deve ser a mesma. Valor típico adotado: 1,0;

e_h – eficiência do propulsor: considera a energia entregue ao propulsor e a energia disponível para reboque. Determinada em ensaios de água aberta.

Com a Potência de Freio P_B , escolhe-se um motor que forneça um valor de potência entre 90% a 100% de P_B , para a rotação máxima contínua, garantindo operação próxima à região de mínimo consumo específico. Dessa forma, mesmo que haja pequenos acréscimos de resistência, ao longo do tempo (o que equivale a mudar o fator de serviço), o motor atenderá a demanda, sem operar em sobrecarga.

Além do Motor de Propulsão ou Principal (MCP), utiliza-se motores auxiliares (MCA), ligados a geração de energia elétrica. Sua definição deve ser feita a partir do balanceamento de cargas elétricas, em que se consideram fator de carga e condições de operação. No **Anexo 13** apresenta-se um Plano de Balanço Elétrico elaborado segundo orientação de Sociedade Classificadora para navios de longo curso no transporte de granéis sólidos. A escolha do MCA é feita pela potência em mar, pois em porto pode se contar com auxílio de energia de terra. Para maior aprofundamento recomenda-se FIGUEIREDO (1985) /14/, que estabelece diversas recomendações para escolha de Motores Auxiliares, geradores e instalações elétricas de embarcações. Constatou-se que a potência do MCA, para instalações usuais e sem considerar instalações de ar condicionado, pode ser determinada por:

$$\text{Potência de MCA} = 0,10 \text{ a } 0,15 \text{ da Potência de MCP} \quad (7)$$

Normalmente são usados dois MCA e respectivos geradores, com um só Quadro Elétrico Principal, dotado de Voltímetro, Amperímetro, Freqüencímetro e outros aparelhos. No quadro elétrico dispõe-se de chave reversora que permite uso de energia advinda do gerador de bordo ou de terra.

II.2.6. Determinação dos Escantilhões da Estrutura

A determinação dos escantilhões da estrutura consiste basicamente em estabelecer:

- espessuras de chapeamentos (fundo, costado, convéses);

- seleção dos tipos, dimensões, espaçamento entre perfis longitudinais e localização (fundo, convéses, costado);
- seleção dos tipos, dimensões, espaçamento entre perfis transversais e localização (fundo, convéses, costado);
- geometria, dimensões de anteparas e seus prumos;
- outros elementos estruturais.

recomenda-se consulta a GANDOLFO e FREITAS (1980) /17/, MUCKLE (1967) /36/, PNA (1988) /50/, ABS (1977) /2/, GL (1990) /18/, NKK (1985) /37/ e RBNA (1996) /48/. No Capítulo III apresentam-se dados coletados com embarcações da Hidrovia Tietê-Paraná.

II.2.7. Considerações sobre a Tripulação

A tripulação que guarnecerá uma embarcação é estabelecida em função de vários parâmetros, como comentado anteriormente: porte da embarcação, tipo de navegação (viagem curta ou longa), potência instalada, atividade, sistemas de bordo, outros, conforme estabelecido pelo MINISTÉRIO DA MARINHA-NORMAM 02 (1998) /31/ e NORMAM 13 (1998) /32/. No Capítulo III apresentam-se exemplos de tripulações empregadas nos diversos tipos de embarcações da Hidrovia Tietê-Paraná.

II.2.8. Estimativa de Custos

NOVAES (1976) /39/ propõe uma itemização de custos em capital, seguro da embarcação, tripulação: salários e encargos, alimentação, manutenção e pequenos reparos, docagem, combustível, lubrificante e material de bordo. Para cada um deles é proposta uma formulação que considera o preço do veículo, seu porte e potência do motor principal, não sendo adequado para o fluvial, pois foi desenvolvido a partir de dados de transporte hidroviário de longo curso. Além disso, não mostra como

obter o preço do veículo e outros parâmetros empregados nas formulações, ponto de partida para determinação de cada item de custo.

IPT (1989) /21/ propõe uma itemização de custos em capital, salários e encargos, rancho/alimentação, reparo e manutenção, seguro, administrativo e óleo e lubrificante. Apresenta formulário para estimativa de alguns custos, mas sem indicar como foi obtido, validade e aplicabilidade, restrições e deixam alguns itens sem condições de serem determinados, como por exemplo, salários e encargos e rancho/alimentação, por não apresentar informações pertinentes. No **Anexo 14** faz-se a transcrição da itemização proposta por NOVAES (1976) /39/ e IPT (1989) /21/.

VALENTE, PASSAGLIA e NOVAES (1996) /51/ propõem uma itemização semelhante aos anteriores, mas voltado para o modal rodoviário, com alguns exemplos ilustrativos.

II.3. O PROJETO DE CONTRATO DE EMBARCAÇÕES

Na fase de avaliação do projeto de sistema de transporte, o objetivo é estimar custos, considerando-se aspectos tecnológicos disponíveis, como comentado anteriormente. A elaboração do Projeto Básico completo deve ser descartada, por requisitos de tempo e custo. Não faz sentido projetar uma embarcação sem antes saber a viabilidade econômica-financeira de sua operação. Deve-se buscar definir os seguintes elementos:

- **dimensões principais e formas:** definidas a partir da capacidade de carga e formas geométricas reconhecidamente melhores que outras. Aqui se consideram as restrições impostas pela via;
- **sistema propulsivo:** determinação da resistência ao avanço, para velocidades em torno da estabelecida pelos requisitos do armador, seleção do hélice e escolha das máquinas. Para embarcações fluviais, o uso de motores diesel é o mais comum por apresentar maior rendimento que outras máquinas (turbinas a vapor ou gás, outros

motores e sistemas combinados) e atender as necessidades, em termos de potência e facilidades operacionais e de manutenção;

- **tripulação.**

Esses elementos se constituem no que se pode chamar Projeto de Contrato da Embarcação, conforme definição anterior (item II.2.3).

II.4. RECOMENDAÇÕES DE PROJETO PARA EMBARCAÇÕES FLUVIAIS

Analisando as recomendações e proposições das referências, tem-se a seguinte síntese:

- o uso de dimensões e formas adequadas de proa e popa, principalmente o comprimento do corpo de entrada maior que 10% do comprimento da linha d'água e forma arredondada, muito contribui para se diminuir a resistência ao avanço;
- o emprego da Fórmula de Howe fornece bons resultados para estimativa de resistência ao avanço de embarcações fluviais, desde que obedecidas as formas geométricas abrangidas por ela;
- o uso de hélices sem dutos, Série B-Troost e de 4 pás devem ser preferidos, para evitar problemas de vibrações e cavitação, decorrentes de imperfeições geométricas de construção ou de manutenção dos dutos;
- a utilização de escantilhões adequados na estrutura, espessuras mínima de 6,35 mm para chapeamento do casco, longitudinais e transversais com alturas de alma diferentes de modo a garantir continuidade estrutural, contribui para diminuição do peso e aumento da resistência estrutural do navio;
- escantilhões mais robustos (espessura de chapeamento e dimensões de perfis maiores) no casco de empurradores ajuda a evitar problemas com vibrações provocadas pelo sistema propulsivo (hélices + motores);

- a potência dos Motores Auxiliares (MCA), usados para geração de energia, tem potência estimada em 10 a 15% da potência dos Motores Principais (MCP).

CAPÍTULO III

COLETA E OBTENÇÃO DE DADOS SOBRE CUSTOS

Neste capítulo apresentam-se o conjunto de embarcações utilizadas para coleta de dados de custos de construção e operação, os métodos empregados nesses levantamentos, os dados obtidos sobre custos de materiais e equipamentos empregados nos veículos fluviais.

III.1. EMBARCAÇÕES USADAS NA COLETA DE DADOS

Durante a fase intensiva de coleta de informações, foi possível trabalhar com o seguinte conjunto de 42 embarcações, pertencentes a diferentes grupos, conforme classificação da NORMAM 02 (1998) /31/ (Vide item II.2.3.). As características de cada embarcação e outros dados relevantes são apresentados no **Anexo 15**. No **Anexo 16** apresentam-se dados sobre embarcações para transporte de carga de outras hidrovias, que servirão para comparação com as da Hidrovia Tietê-Paraná.

- 8 empurradores para chatas areieiras, do grupo embarcações miúdas;

comprimento: 8,5 a 10,0 m

boca: 3,5 a 4,5 m

pontal: 1,5 a 2,0 m

Motor de propulsão: 1 de 130 CV até 2 de 360 CV

- 9 chatas areieiras, sem propulsão, dos grupos embarcações GEV e miúdas;

comprimento: 35,0 a 46,0 m

boca: 5,0 a 10,5 m

pontal: 1,5 a 3,0 m

capacidade de carga: 100,0 a 400,0 m³

- 6 areieiros autopropelidos, do grupo embarcações GEV;

comprimento: 26,0 a 36,0 m
boca: 4,5 a 7,0 m
pontal: 1,2 a 2,5 m
Motor de propulsão: 1 de 130 CV a 250 CV
capacidade de carga: 60,0 a 180,0 m³

- 11 barcos de passageiros autopropelidos, do grupo embarcações GEV;

comprimento: 15,5 a 42,5 m
boca: 3,3 a 9,5 m
pontal: 1,2 a 2,1 m
Motor de propulsão: 1 de 125 CV a 2 de 330 CV
capacidade: 60 a 700 pessoas

- 8 comboios típicos (1 empurrador + 2 chatas) Tietê-Paraná, do grupo embarcações classificadas.

III.2. MÉTODO USADO PARA COLETA DE DADOS SOBRE CUSTO DE CONSTRUÇÃO DE EMBARCAÇÕES

Para sistematizar o levantamento dos custos de construção, utilizou-se o documento proposto pelo MINISTÉRIO DO TRANSPORTE – ORDEM DE SERVIÇO Nº 05/82 (1982) /34/, referida neste trabalho como OS-5, nome usual no meio naval. Esse documento propõe a divisão de custos em Custos Diretos, Despesas Diretas de Produção e Custos Indiretos, cujas definições seguem abaixo.

a) Custos Diretos: “são aqueles que são perfeitamente identificáveis como parte integrante da embarcação (ou seja, são apropriáveis diretamente à embarcação), são economicamente quantificáveis e, adicionalmente, são apropriáveis diretamente às seções produtivas do estaleiro”. São divididos em oito grupos, mostrados na Tabela 3.

Tabela 3 – Custos Diretos para construção de embarcações conforme OS-5

GRUPO	Materiais e Equipamentos (nacionais e importados) (\$)	Mão de Obra (própria e terceirizada)		Total (\$)
		Nº de HH	Valor (\$)	
A. Estrutura				
B. Máquinas				
C. Redes e Tubulações				
D. Eletricidade				
E. Acessórios de Casco e Convés				
F. Acabamento				
G. Tratamento e Pintura				
H. Risco				

Esses custos são identificáveis e quantificáveis quando se tem o projeto básico pronto. Na fase de avaliação de projeto, em que se pretende escolher os modais, os veículos de cada modal e realizar a avaliação econômica-financeira para verificar a viabilidade, não se tem ainda esse grau de detalhamento.

No **Anexo 17** apresentam-se exemplos de alguns grupos de Custos diretos, Conforme a OS-5.

- b) Despesas Diretas de Produção: “são aquelas que, apesar de poderem ser apropriáveis à determinada embarcação, não podem ser identificáveis a nenhum departamento ou oficina da produção; por serem diretamente apropriáveis à embarcação, não devem ser confundidos com os custos indiretos”. São divididas em cinco grupos, mostrados na Tabela 4.

Tabela 4 – Despesas Diretas de Produção para construção de embarcações (OS-5)

GRUPO	Total
I. Materiais Diretos	
J. Classificação	
L. Outras Despesas	
M. Despesas com Projeto	
N. Prêmios de Seguros	

No **Anexo 18** apresentam-se exemplos de alguns grupos de Despesas Diretas de Produção.

- c) Custos Indiretos: “são aqueles não apropriáveis diretamente à embarcação, sendo fruto de rateio entre todas as obras realizadas simultaneamente no estaleiro. Os custos indiretos englobam as despesas com mão de obra à nível de chefia e supervisão de produção, ordenados e salários de administração, depreciações e amortização, conservação e manutenção, seguros (exceto os da embarcação), energia elétrica e outras despesas rateáveis entre as obras em andamento”.

Os custos de construção são equivalentes ao custo de aquisição de veículos nos modais rodo e ferroviários, onde os veículos são disponíveis “em prateleiras” e adquiridos “por catálogos”.

Durante o período de construção das embarcações foram apropriados materiais e mão de obra, em termos de quantidades, nos respectivos grupos de custos, conforme a OS-5. Os preços foram levantados a partir de notas fiscais, faturas, ordens de compra e contatos com fornecedores.

III.3. DADOS COLETADOS

Para as embarcações usadas no levantamento de informações nesse trabalho, obteve-se as relações abaixo, que devem ser usadas no projeto de embarcações fluviais, chatas e autopropelidos, incluindo também os empurradores:

- $0,800 \leq C_B \leq 0,915$, para chatas; em que C_B é o coeficiente de bloco
- $0,750 \leq C_B \leq 0,850$, para empurradores e autopropelidos
- $0,850 \leq C_P \leq 0,930$, para chatas; em que C_P é o coeficiente prismático
- $0,650 \leq C_P \leq 0,850$, para empurradores e autopropelidos
- $33,0 \text{ m} \leq L \leq 61,0 \text{ m}$, para chatas; L é o comprimento na linha d'água
- $6,0 \text{ m} \leq L \leq 45,0 \text{ m}$, para empurradores e autopropelidos
- $V \leq 22 \text{ km/h}$ (V é a velocidade de operação)
- $0,08 \leq Fr \leq 0,26$, Fr é o número de Froude, $Fr = V/(gL)^{1/2}$

III.3.1. Custos para Construção da Estrutura: Materiais e Mão de Obra

Dadas as diferenças de porte das embarcações pesquisadas, e conseqüentemente a disparidade de quantidades de materiais e mão de obra empregadas na construção, optou-se por dispor as informações coletadas na forma de índices e não em valores absolutos. A motivação para esse procedimento decorre de que IPT (1989) /21/ emprega a forma gráfica para relacionar o peso estrutural e o número cúbico ($L \times B \times D / 100$), que facilita o seu uso. O peso estrutural foi controlado por grupo (casco e casarias), e confrontado com plano de expansão de chapeamento realizado, pesagem de casaria montada em separado e determinação do peso após lançamento, pela leitura de calados (vante, ré e meia nau) e uso das curvas hidrostáticas.

A Tabela 5 mostra algumas dimensões típicas da estrutura das embarcações fluviais, coletadas.

Tabela 5 – Escantilhões usados em embarcações da Hidrovia Tietê-Paraná

Embarcação	Dimensões	Escantilhões (em mm)
Areieira, sem propulsão	$L_T = 46,0$ m B = 8,5 m D = 2,5 Capacidade: 320 m ³	Chapeamento: # 6,35 Quilha: T 250 x 600 x # 7,94 Longarinas: L 152,4 x # 9,53 (fundo e convés) a: 1225 NL: 2 Cavernas: Fe chato 101,6 x # 9,53 b: 500 pé de carneiro: Tubo, Ø 50,8 x # 6,35 c: 2000 NP: 2 Anteparas: # 6,35 Prumos: L 101,6 x # 6,35; 5 prumos
Passageiros, com propulsão	$L_T = 25,5$ m B = 6,0 m D = 2,2 Capacidade: 150 pessoas	Chapeamento: # 6,35 Quilha: L 152,4 x # 9,53 Longarinas: L 152,4 x # 9,53 (fundo) Longarinas: L 101,6 x # 6,35 (convés) a: 1100 NL: 2 Cavernas: Fe chato 101,6 x # 9,53 b: 1000 pé de carneiro: não tem Casaria: Chapeamento: # 4,76 Longarinas: L 76,2 x # 6,35 a: 1100 cavernas: Fe chato 63,5 x # 4,76 b: 1000

Chata do comboio típico	$L_T = 60,0$ m $B = 11,0$ m $D = 3,1$	Chapeamento: # 7,94 Quilha: Ch 500 x # 6,35 Longarinas: L 152,4 x # 9,53 (fundo) Long.: L 152,4 x # 9,53 (teto duplo fundo) Longarinas: L 152,4 x # 9,53 (costado/cv) a: 1500 NL: 3 Cavernas: Fe chato 101,6 x # 9,53 b: 500 hastilha: Ch 500 x # 6,35, a cada 4000 mm Braçola tampa de escotilha: Ch 500 x #12,7 Tampas: Ch # 4,76
Empurrador	$L_T = 9,5$ m $B = 4,5$ m $D = 1,5$	Chapeamento: # 6,35 Quilha: não tem Longarinas: L 152,4 x # 9,53 (fundo) Longarinas: L 101,6 x # 6,35 (convés) a: 750 NL: 2 Cavernas: Fe chato 101,6 x # 7,94 b: 500 pé de carneiro: não tem Casaria: Chapeamento: # 4,76 Longarinas: L 76,2 x # 6,35 a: 1000 cavernas: Fe chato 63,5 x # 4,76 b: 1000

L_T – comprimento total; B – boca moldada; D – pontal moldado; a – distância entre longitudinais; b – distância entre cavernas; c – distância entre pés de carneiro, na direção longitudinal; NL – número de longitudinais em cada bordo; NP – número de pé de carneiro em cada bordo;

Observação: a estrutura do empurrador, pelas suas dimensões, parece indicar uma estrutura robusta, quando comparada com outras. Na verdade, sua estrutura não é projetada como função dos esforços devido a carga, mas principalmente, por questões de vibrações induzidas pelos motores e pelo hélice, e portanto para minimizar tais efeitos, deve possuir rigidez e massa compatíveis para que as frequências de vibração estejam longe das frequências de excitação do sistema propulsivo.

A Tabela 6 mostra o índice que correlaciona o produto LBD e o peso em aço da estrutura, aqui denominado constante de material estrutural (K_e). O peso de materiais estruturais (chapas e perfis), pode ser determinado pela formulação abaixo.

$$P_{aço} = K_e \cdot (LBD) \quad (8)$$

onde:

$P_{aço}$ – massa (“peso”) de material estrutural (chapas, perfis e tubos estruturais), em tonelada;

K_e – constante de material estrutural, que depende do tipo da embarcação, dada pela Tabela 6. Vide Anexo 15;

L – comprimento da embarcação na linha d'água, em metros;

B – boca moldada da embarcação, em metros;

D – pontal moldado da embarcação, em metros.

Observação: o produto (LBD/100) é conhecido como número cúbico.

Tabela 6 – Valores da constante de material estrutural (K_e)

Tipo de Embarcação	Constante de Material Estrutural (K_e)
Chatas: casco, não inclui casarias, mesmo de pequenas dimensões	10,47% (10,0 a 11,0%)
Empurradores:	
Casco	13,86% (13,5 a 14,5%)
Casaria	6,51% (6,0 a 7,0%)
Autopropelido:	
Areieiro: Casco	10,29% (9,5 a 10,5%)
Casaria	5,50% (5,0 a 6,0%)
Passageiro: Casco	10,16% (9,5 a 10,5%)
Casaria	5,44% (5,0 a 6,0%)

Observações:

1. Na determinação do peso das casarias/superestruturas, utilizar comprimento, largura e altura delas, em substituição às dimensões L, B e D, que se referem ao casco;
2. O grande valor de K_e para empurradores, em relação às demais embarcações, se deve ao uso de estrutura mais pesada, para minimizar efeitos de vibrações e não por necessidade de resistência estrutural, como se comentou anteriormente;
3. Para chatas e autopropelidos, não incluindo empurradores, os reforçadores (longitudinais, cavernas, pés de carneiro) representam de 35 a 45% do peso do chapeamento.

Para a edificação da embarcação são necessários eletrodos, para união dos elementos estruturais, acetileno e oxigênio, para cortes diversos. A Tabela 7 apresenta índices obtidos com esses materiais e para mão de obra.

Ressalte-se que as informações coletadas sobre materiais, incluindo eletrodos e gases acetileno e oxigênio e mão de obra, tiveram como base o emprego de unidades de chapa de dimensões 6,0 metros de comprimento por 1,5 metros de largura, e na espessura desejada. Essa dimensão de chapa é a mais usada na construção de embarcações fluviais.

Tabela 7 – Índices de Eletrodo e gases usados na edificação de embarcações

Materiais	Índice
Eletrodo	2,5 a 3,0% do $P_{aço}$, para chatas e autopropelidos 3,3 a 3,8% do $P_{aço}$, para empurradores
Gases	
Oxigênio	90 a 110 kg aço/m ³ , para chatas e autopropelidos 60 a 80 kg aço/m ³ , para empurradores
Acetileno	0,60 kg/m ³ de oxigênio
Mão de obra	10 a 12 kg aço/homem-hora (H.H.)

Observações:

1. Na edificação é comum o uso de eletrodo AWS E6010 para soldagem em geral e AWS E7018 para passe de raiz;
2. Para oxigênio, usou-se cilindros (torpedos) de 10 m³ de capacidade, e para acetileno, cilindros (torpedos) de 9 kg. A mistura usual é 2 torpedos de acetileno para 3 torpedos de oxigênio;
3. Há casos de uso de propano-butano (ou GLP) (botijão de gás de cozinha de 13 kg, cujo custo é muito menor que o acetileno), mas o uso é limitado a pequenas obras, devido ao menor poder calorífico;
4. Para a mão de obra não houve separação entre maçariqueiro, soldador, caldeireiro e outros. Via de regra o mesmo homem faz qualquer um desses serviços, e essa subdivisão é praticamente impossível de controlar uma vez que o valor cobrado por H.H. não faz diferenciação entre esses tipos de trabalho.

A Tabela 8 apresenta valores (preços) usados para materiais e mão de obra na região da Hidrovia Tietê-Paraná.

Tabela 8 – Custo de Insumos usados na edificação de embarcações

Insumo	Custo (R\$)
Chapas e Perfis	0,85 a 0,90 por kg
Eletrodos	4,30 a 4,60 por kg
Oxigênio	6,00 a 7,00 por m ³
Acetileno	16,00 a 17,00 por kg
Mão de obra	10,00 a 12,00 por H.H.

Observação: a taxa de câmbio usada: US\$ 1,00 = R\$ 1,70. A data de referência tanto para a taxa de câmbio como valores em reais é fevereiro de 2000.

III.3.2. Custos de Tratamento das Partes Estruturais e Pintura

Além da edificação, a estrutura passa por processo de jateamento e pintura, custos apropriados no grupo Tratamento e Pintura na OS-5. No caso fluvial, o jateamento é feito com areia, apesar de acordos sindicais proibirem e muitos casos de doenças pulmonares também indicarem que ele não deva ser empregado. No entanto, devido ao baixo custo e grande disponibilidade da matéria prima (areia), instalações de

construção se situarem longe de áreas residenciais, áreas de jateamento bem menores que as de embarcações marítimas e possibilidade de maior controle dos equipamentos de segurança, seu emprego é feito em larga escala, sem restrições das autoridades competentes.

Tanto o jateamento como a pintura tem seus custos determinados em função da área de materiais (chapas, perfis, outros) que serão tratados e pintados. Assim, a determinação da área é necessária para estimativa dos custos. A área a ser pintada pode ser estimada por:

$$A_{tp} = 2,8 A_{SM} L \quad (9)$$

onde:

A_{tp} – área estimada para tratamento e pintura, em m^2 ;

A_{SM} – perímetro da seção mestra da embarcação. Caso não seja ainda conhecido, pode ser aproximado por: $2(B+D)$ para o casco e $(B+2D)$ para a casaria, pois se aproximam de um retângulo;

2,8 – fator determinado pelo produto $(2*1,40)$. 2 devido aos dois lados a serem pintados (externo e interno); 1,40 devido a consideração dos reforçadores, tomando-se uma equivalência de peso e área, pelo valor médio (conforme comentado anteriormente sobre relação entre reforçadores e chapeamento, na Tabela 6);

Para as estruturas típicas, a relação entre área para tratamento e pintura e peso estrutural situa-se na seguinte relação:

$$1 m^2 \equiv 27,4 a 45 kg \text{ ou } 0,0220 a 0,0365 m^2/kg \quad (10)$$

Esses valores foram obtidos da seguinte maneira:

- **chata do comboio típico:**

Peso em aço: $0,1047*60*11*3,1 = 214,216 t$ (Vide Anexo 15)

Área a ser pintada: $2,8*60*[2*(11+3,1)] = 4737,58 m^2$

Relação: $4737,58/214216 = 0,022 m^2/kg$

- **Embarcação para Transporte de Passageiros (Vide Anexos 4 e 8)**

Peso em aço: estrutura do casco: 31600 kg

Casarias: 8200 kg

Áreas a serem pintadas: casco: $2,8 * 24,6 * 2 * (6,0 + 2,1) = 1115,9 \text{ m}^2$

Casarias: $2,8 * 14,0 * (4,4 + 2 * 2,1) = 337,12 \text{ m}^2$

Relação: $(1115,9 + 337,12) / (31600 + 8200) = 1453,02 / 39800 = 0,0365 \text{ m}^2/\text{kg}$

Esses valores coincidem com os valores reais, como era de se esperar, pois foram gerados a partir de informações coletadas.

A Tabela 9 fornece valores típicos gastos com tintas, conforme esquema de pintura especificado por fabricantes de tintas e aplicado pelos construtores.

Tabela 9 – Esquema de pintura usual para embarcações fluviais

Área	Tinta	EFS (μm)	Rendimentos (m^2/litro)		Custos Tinta Aplicado	
			Teórico	Prático	R\$/litro	R\$/ m^2
Toda embarcação (área interna e externa)	Fundo: primer epoxi (é a primeira demão);	20	13,5	9,45	7,92	0,86
Externa, fundo até linha d'água (Obras vivas)	Acabamento: epoxi alcatrão de hulha;	150	5,9	4,14	9,61	2,41
Acima da linha d'água, teto, estruturas, escadas	Acabamento: epoxi de alta espesura	150	7,0	4,9	9,78	2,07
Convéses (externa)	Acabamento: epoxi de alta espesura	150	4,6	3,2	9,78	3,17
Parte Interna (porões)	Acabamento: epoxi de alta espesura	150	4,6	3,2	9,78	3,17

Observação: no custo já está considerando solvente para tinta, conforme diluição recomendada pelo fabricante; utilizou-se o rendimento prático, que é o menor, para determinação do custo. Por exemplo, para o primer epoxi: Custo aplicado = $[(7,92 \text{ R\$/litro}) + (0,05 * 3,81 \text{ R\$/litro})] / 9,45 \text{ m}^2/\text{litro} = 0,86 \text{ R\$/m}^2$, o termo no primeiro parenteses representa custo da tinta e o segundo, com solvente. O maior custo é a soma $(0,86 + 3,17)$, tomado como $\text{R\$}4,00/\text{m}^2$

Os custos para jateamento com areia e pintura, conforme esquema usual proposto por fabricantes e usados em embarcações fluviais são dados pela Tabela 10.

Tabela 10 – Valores para jateamento com areia e pintura em embarcações

Serviço	Custo R\$/m ²
Jateamento com areia + pintura	12,00 a 16,00
Tintas (esquema usual)	4,00

Observação: valores mais praticados são de 12,00R\$/m² para jateamento.

III.3.3. Dados de Instalação e de Custos de Maquinaria

Os elementos que compõem a maquinaria de uma embarcação podem ser atendidos por uma gama muito grande de produtos. A Tabela 11 mostra alguns elementos de maquinaria.

Tabela 11 – Custos levantados para componentes de maquinaria

Elemento	Características	Preço (em R\$)
Motor Principal	150 CV; a 2100 a 2400 rpm	25000,00
	253 CV; a 1800 rpm	45000,00
	425 CV; a 2100 rpm	70000,00
	552 CV; a 1800 rpm	112000,00 (*)
Caixa Redutora/reversora	Motor até 170 CV, r de 2 a 3 : 1	11900,00 (*)
	Motor de 150 a 300 CV, r de 2 a 3 : 1	20400,00 (*)
	Motor de 400 a 560 CV, r de 3 a 5 : 1	35020,00 (*)
Motor Auxiliar + Gerador	20 CV; 15 kVA; trifásico, 127/220 V, 60Hz	9000,00
	33 CV; 25 kVA; trifásico, 127/220 V, 60 Hz	13800,00
	51 CV; 38 kVA, trifásico, 127/220 V, 60 Hz	20500,00
Diversos	Elementos usado em instalação propulsora de 2 MCP de 150 CV (hélices de 500 mm de diâmetro, eixo de 2½ polegada por 2500 mm, máquina hidráulica para lemes, madres de leme, camisas e buchas para tubo telescópico e pé de galinha).	23000,00
	Mesmos elementos para MCP de 360 CV	27480,00
Eletricidade	Fiação, conduites, QEP (sem medidores: V, A, Hz), chaves reversora, disjuntores, lâmpadas; instalação para Gerador de 33 CV/25 kVA.	5500,00
	Mão de obra de instalação (180 H.H. a R\$15,00/H.H.), 1 técnico + 1 ajudante;	2700,00
Mão de obra	Instalação de MCP, MCA+gerador (nas fundações, apenas), sistema propulsivo e governo (eixos, hélices, tubo telescópico, pés de galinha, lemes, outros); (2*150)= 300 CV 300 CV*5 HH/CV*15 R\$/HH	22500,00

Observações:

- 1 CV ≅ 0,735 kW;
2. Motores nacionais, exceto o de 552 CV;
3. r – relação de redução da caixa redutora/reversora;

4. Taxa de câmbio: US\$1,00 = R\$1,70. (*) refere-se a itens importados. Data de fevereiro de 2000;
5. É usada uma relação HH/CV para execução de instalações de motores de combustão (MCP) e elementos ligados à propulsão de 5 (cinco) H.H. para cada CV de potência instalada (potência de MCP ou MCA). O preço de H.H. de montador (mecânico, ajudante, eletricitista, outros) é de R\$15,00/H.H. Essa mesma relação é usada para o caso de MCA + gerador + eletricidade. Dados coletados em 4 estaleiros, num total de 15 embarcações;
6. A relação custo de materiais elétricos, como os listados, pela potência de MCA para outras embarcações se situa, também, entre 160 a 170 R\$/CV.

III.3.4. Custos Indiretos e Lucro

Para custos indiretos, os valores praticados representam de 22 a 28% da soma de Custos Diretos e Despesas Diretas de Produção. O valor 25% é o mais comumente empregado. Os custos indiretos e lucro foram coletados em 4 empresas que utilizam esses valores em todas as suas obras. Assim, pode-se tomar para aproximação a relação abaixo:

$$\text{Custos Indiretos} = 25\% (\text{Custos Diretos} + \text{Despesas Diretas de Produção}) \quad (11a)$$

ou seja, o custo total de construção do casco será:

$$\text{Custo Total} = 1,25 (\text{Custos Diretos} + \text{Despesas Diretas de Produção}) \quad (11b)$$

O preço de venda, será o Custo Total mais um percentual de lucro, comumente adotado como 10%. É um valor praticado por todos os estaleiros pesquisados.

$$\text{Preço} = 1,1 \text{ Custo Total} \quad (11c)$$

Deve-se ressaltar, ainda, que o custo com classificação (vide Tabela 14), relacionado em Despesas Diretas de Produção, não é alto, mas é responsável, também, por boa parcela dos custos indiretos, decorrentes dos requisitos impostos pelas Sociedades Classificadoras. Elas exigem materiais, equipamentos e aparelhos e mão de obra qualificados. Essa qualificação é obtida através de testes e ensaios de desempenho antes e durante a construção, no estabelecimento de procedimentos de soldagem,

especificando processo e seqüência, tipos e dimensões de juntas, e inspeções em juntas soldadas, dentre outros. O objetivo é garantir qualidade e segurança às embarcações.

III.3.5. Custo de Tripulação e Salários

A Tabela 12 mostra alguns casos típicos de tripulação de embarcações da Hidrovia Tietê-Paraná.

Tabela 12 – Exemplos de tripulação para embarcações da Hidrovia Tietê-Paraná

Embarcação	Tripulação	Número
Passageiros, autopropelido, passeio de curta duração com eclusagem, mais de 200 pessoas a bordo	Capitão Fluvial (Piloto Fluvial)	01
	Marinheiro Fluvial de Convés	01
	Supervisor Maquinista Motorista Fluvial	01
	Marinheiro Fluvial de Máquinas	01
Areieiro (autopropelido com AB > 100 ou chata+empurrador com AB > 200), sem realizar eclusagem	Condutor Maquinista Motorista Fluvial	01
	Marinheiro Fluvial de Convés ou	01
	Marinheiro Fluvial de Máquinas	
Areieiro (autopropelido com AB > 100 ou empurrado com AB > 200), realiza eclusagem	Condutor Maquinista Motorista Fluvial	01
	Marinheiro Fluvial de Convés ou	01
	Marinheiro Fluvial de Máquinas	01
Comboio típico Tietê	Capitão Fluvial	01
	Piloto Fluvial	01
	Mestre Fluvial	01
	Marinheiro Fluvial de Convés	01 a 03
	Cozinheiro	01
	Supervisor Maquinista Motorista Fluvial	01
	Marinheiro Fluvial de Máquinas	01 ou 02

A Tabela 13 mostra os salários praticados para cada função.

Tabela 13 – Valores de salários de tripulantes de embarcações da Hidrovia Tietê-Paraná

Função	Designação (NORMAM 13)	Salário (em R\$)
Comandante	Capitão Fluvial (CFL)	1450,00 ± 70,00
Imediato	Piloto Fluvial (PFL)	1250,00 ± 60,00
Mestre	Mestre Fluvial (MFL)	1050,00 ± 50,00
Chefe de Máquinas	Condutor Maquinista Motorista Fluvial (CTF)	950,00 ± 50,00
Cozinheiro	Cozinheiro (CZA)	650,00 ± 50,00
Marinheiro de Convés	Marinheiro Fluvial de Convés (MFC)	630,00 ± 40,00
Marinheiro de Máquinas	Marinheiro Fluvial de Máquinas (MFM)	630,00 ± 40,00

Observação: valores coletados em 8 empresas que operam as embarcações fluviais. S±R: S: média dos valores coletados; R: amplitude (diferença entre os valores máximo e mínimo).

III.3.6. Outros Custos Obtidos

Nas companhias que operam as embarcações, totalizando 8 (oito) empresas e 24 (vinte e quatro) embarcações, sendo 8 comboios areieiros (1 empurrador + 1 chata), 4 areieiros autopropelidos, 4 autopropelidos para transporte de passageiros e 8 comboios típicos do Rio Tietê (1 empurrador + 2 chatas), obtiveram-se as seguintes informações:

- a) a diária alimentícia, por tripulante, situa-se entre R\$5,00 e R\$6,00;
- b) o custo anual de manutenção e reparo dos veículos, em relação a seu preço de aquisição, é dado por:
 - empurradores e autopropelidos: 4%;
 - chatas: 2,5%.
- c) despesas com administração, descritas adiante, representam 7 a 10% do faturamento anual. Ressalte-se que as empresas fazem a contabilidade dos custos operacionais de cada uma de suas embarcações nas seguintes “contas”: salários e alimentação da tripulação; seguro da embarcação; manutenção e reparo; óleos combustíveis e lubrificantes; miscelânea; outras despesas (pessoal de escritório, aluguel de prédio, despachante fluvial, etc);
- d) gastos com itens de pequeno valor, tratado como miscelânea, em que se incluem: filtros (ar, combustível, água bruta, outros), aditivos para água de arrefecimento, estopas, detergente para limpeza da praça de máquinas, outros, representam R\$60,00 por dia e para cada 1000 CV de potência instalada.

III.3.7. Dados Complementares Coletados

Durante o levantamento e inspeções realizadas, constataram-se alguns problemas relacionados à estrutura das embarcações. Inspeccionaram-se 4 (quatro) embarcações areieiras (duas chatas sem propulsão e duas autopropelidas), e, segundo informações dos operadores, existem outras semelhantes que apresentam os mesmos problemas. Essas são, em sua maioria, Embarcações Miúdas, conforme comentado anteriormente, e cuja documentação exigida se resume ao Memorial Descritivo.

- a) material distribuído de forma equivocada. Reforçadores longitudinais e transversais de mesmas dimensões, espaçados um dos outros de 500 milímetros, num porão com

- 15,0 metros de comprimento. Nessa configuração a tensão secundária determinada, tanto pelo modelo de viga ou chapa ortotrópica, pode ser elevada, mostrando ser necessário uso de pés de carneiro ou hastilha ou caverna gigante para diminuir o vão livre dos longitudinais. Trincas, com conseqüente perda da estanqueidade, e empenamento excessivo foram os problemas detectados;
- b) cordões de solda contínuos e seqüência de soldagem inadequada. Esses procedimentos acarretam distorções elevadas na estrutura, principalmente no chapeamento, aumentando a resistência ao avanço e diminuindo sua resistência estrutural com desperdício de materiais (eletrodos) e mão de obra;
 - c) enrijecedores descontínuos, contribuindo para diminuição da resistência estrutural. A união dos longitudinais com os transversais é feito sem qualquer critério: ora interrompe-se os longitudinais, ora os transversais;
 - d) escolha inadequada de escantilhões. O uso de chapeamento de espessura menor que 6,35 milímetros (1/4 de polegada) no casco mostra-se inconveniente, pois é praticamente impossível evitar distorções na soldagem com eletrodo revestido, mesmo com uso de cordões de solda intermitentes, eletrodos de pequeno diâmetro, tensão e corrente elétrica compatíveis, seqüência de soldagem recomendada em bibliografia especializada e espaçamentos adequados dos enrijecedores. Recomenda-se, também, uso de enrijecedores longitudinais e transversais de dimensões diferentes, principalmente na altura da alma, de forma a facilitar a união e manter continuidade. Há casos de soldagem da aba de cantoneiras no chapeamento, que a torna praticamente uma barra chata. Nas superestruturas e casarias é possível uso de chapeamento com menor espessura e vãos livres (espaçamento entre perfis) maiores (um metro ou mais), devido ao pequeno carregamento a que ficam submetidas. Sobre métodos e tecnologia de construção, recomenda-se AWS (1976) /2/, BARABANOV (1975) /6/, DORMIDONTOV et alli (1980) /9/ e OKUMURA e TANIGUCHI (1982) /44/;
 - e) como é comum, o preço da embarcação é determinada pelo peso da estrutura, e, em alguns casos, são construídos verdadeiros “quebra gelos” ou encouraçados, completamente inadequados para sua finalidade, pois são construídos sem projeto e apenas regularizados no momento de entrar em operação.

CAPÍTULO IV

PROPOSIÇÃO DE UM MÉTODO PARA DETERMINAÇÃO DOS CUSTOS

Conforme o item I.3., o principal objetivo deste trabalho é a determinação dos custos envolvidos no transporte hidroviário. Para tanto, é necessário efetuar a itemização dos custos que ocorrem no transporte de cargas, utilizando-se o levantamento efetuado, como descrito no Capítulo III. Não é preocupação deste trabalho classificar os custos em fixos ou variáveis, mas sim estabelecer um método que permita calculá-los e determinar o preço do transporte, ou seja, o frete. Isso significa o uso do conceito de “tarifação pelo custo médio”.

A formulação para cada um dos custos é, portanto, baseada em dados históricos, coletados junto a estaleiros que constróem e fazem manutenção, e empresas de transportes hidroviário que operam na Hidrovia Tietê-Paraná.

Assim, neste trabalho, é proposta a seguinte divisão dos custos, que estão diretamente associados ao sistema de transporte em consideração:

- a) custo de capital;
- b) custo de seguro;
- c) custo de tripulação;
- d) custo de alimentação;
- e) custo de manutenção e reparo;
- f) custo de administração;
- g) custo de combustíveis e lubrificantes e miscelânea;
- h) custo de uso das vias;
- i) custo de portos e terminais.

Cada um desses itens reflete a operação do veículo e sua interação com vias e terminais. Assim, serão a seguir discutidas e apresentadas as formulações mais adequadas para cada um dos itens de custo acima enumerados.

IV.1. CUSTOS DE CONSTRUÇÃO DE EMBARCAÇÕES

De acordo com a itemização apresentada anteriormente e a prática consagrada em transportes, rerepresentada no Capítulo II, alguns itens de custo se relacionam com o preço do veículo e que são os custos de capital, seguro e manutenção e reparo. Assim, é necessário determiná-lo. O objetivo deste item é estabelecer método que permita calcular o Preço do Veículo utilizando os dados coletados e apresentados no Capítulo IV.

A construção de uma embarcação pode ser dividida em várias fases e eventos que, sendo bem coordenados, propicia ganho em tempo e economia de recursos. Assim, planejamento, acompanhamento e fiscalização são fundamentais para garantir a execução da construção de acordo com o projeto e alcançar a qualidade necessária que o veículo requer. No **Anexo 19** mostra-se um conjunto seqüencial de eventos, comumente usado na indústria naval.

A edificação de uma embarcação é realizada com uso intensivo da soldagem, sendo a soldagem a arco com eletrodo revestido o procedimento mais empregado. Assim, chapas, perfis, eletrodos, oxigênio e acetileno são os insumos para iniciar a construção. Na fase de determinação de custos, estimativas de quantidades e custos anteriores são fundamentais, servindo de suporte para determinação do custo de construção.

Na fase de edificação, caso a embarcação requeira algum equipamento, tal como motor, bomba, guindaste, etc, este deverá ser instalado, conforme sua utilização, localização, facilidades de instalação, dentre outros fatores. Assim, a instalação de máquinas ocorre paralelamente à edificação, principalmente na praça de máquinas, sendo necessária a aquisição e construção de estruturas de suporte e fundações, conforme o caso.

IV.1.1. Custo de Estrutura

Com base nos dados coletados na construção das embarcações citadas anteriormente, mostrados nas Tabelas 6, 7, 8, 9 e 10, e usando as expressões 11, pode-se determinar o preço de uma embarcação composta somente por elementos estruturais, como é o caso das chatas. Assim, tomando-se como base a unidade quilograma de aço de estrutura, constroi-se a Tabela 14.

Tabela 14 – Consolidação dos valores para determinação de custo de estrutura

Elemento	Valor (R\$/kg de aço)
1. Custos Diretos	2,36
A. Estrutura	1,90
A.1. Materiais (chapas, perfis,...)	0,90
A.2. Mão de Obra (edificação)	1,00
G. Jateamento e Pintura	0,46
2. Despesas Diretas de Produção	0,43
I. Materiais Diretos	0,33
Eletrodos	0,14
Oxigênio	0,08
Acetileno	0,11
J. Classificação	0,10
L. Outras Despesas	
SUBTOTAL (Custos Diretos+Desp.Dir.Prod.)	2,79
3. Custos Indiretos	0,70
25% (C.Diretos+D.Diretas Prod)	25%(2,36+0,43)=0,70
CUSTO TOTAL	3,49
4. Lucro	0,35
10% do Custo Total	10%*3,49=0,35
5. Preço	3,84

Jateamento+Pintura: $(12,00+4,00)*0,029 \text{ m}^2/\text{kg} = \text{R}\$0,46$; usou-se o valor médio, da expressão 10;

Eletrodos: $(3\% * 1 \text{ kg}) * \text{R}\$4,60/\text{kg} \text{ de eletrodo} = \text{R}\$0,14$

Oxigênio: $(1/90 \text{ m}^3/\text{kg} \text{ aço}) = 0,011 \text{ m}^3/\text{kg} \text{ aço} * \text{R}\$7,00/\text{m}^3 = \text{R}\$0,08$

Acetileno: $0,60 \text{ kg}/\text{m}^3 \text{ de oxigênio} = 0,60*(1/90) \text{ m}^3/\text{kg} \text{ aço} = 0,0067 \text{ kg}/\text{kg} \text{ aço} * \text{R}\$17,00/\text{kg} = \text{R}\$0,11$

Classificação: para chatas, esse custo varia de 4 a 6% do valor da estrutura; para autopropelidos, varia de 1,5 a 2,5% do valor de (estrutura + máquinas).

Lucro: a taxa de 10% representa o valor usual, mas deve ser considerada também a ocasião, de muita ou pouca demanda, podendo ser usado um valor maior ou menor.

Assim, pode-se estabelecer que o preço de estrutura de uma embarcação é determinado por:

$$P_{EST} = 3,84 * P_{aço} \quad (12)$$

onde:

P_{EST} – Preço do veículo ou da estrutura, como chata ou outros sem maquinaria, em mil R\$

$P_{aço}$ – peso em aço da estrutura, em toneladas (t), determinado pela expressão (8).

IV.1.2. Preço de Maquinaria

Examinando os valores da Tabela 11 pode-se estimar o custo de maquinaria da seguinte maneira:

$$\text{Custo de Maquinaria} = P_{MCP} * X + P_{MCA} * Y \quad (13a)$$

X = custo motor + custo redutor + diversos + mão de obra

Custo motor: $(25000/150+45000/253+70000/425)/3 = 169,75$ R\$/CV

Custo Redutor: $(11900/150+20400/225+35020/425)/3 = 84,13$ R\$/CV

Diversos: $(23000/300+27480/360)/2 = 76,50$ R\$/CV

Mão de Obra: $5HH/CV*15R\$/HH = 75,00$ R\$/CV

$$X = 169,75 + 84,13 + 76,5 + 75 = 405,38 \text{ R}\$/CV \quad (13b)$$

Y = custo (motor+gerador) + materiais de eletricidade + mão de obra

Motor Gerador: $(9000/20+13800/33+20500/51)/3 = 423,38$ R\$/CV

Materiais de Eletricidade: tomado como 165 R\$/CV (vide Tabela 11)

Mão de Obra: $5HH/CV*15R\$/HH = 75,00$ R\$/CV

$$Y = 423,38 + 165,00 + 75,00 = 663,38 \text{ R}\$/CV \quad (13c)$$

Considerando-se 25% de Custos Indiretos e 10% de Taxa de Lucro, que incidirão sobre esses valores, como realizado para a estrutura, tem-se:

$$P_{maq} = 1,10 * 1,25 * (P_{MCP} * X + P_{MCA} * Y) \quad (14a)$$

$$P_{maq} = 1,10 * 1,25 * (P_{MCP} * 405,38 + P_{MCA} * 663,38) \quad (14b)$$

$$P_{maq} = 557,3975 * P_{MCP} + 912,1475 * P_{MCA} \quad (14c)$$

onde:

P_{maq} – preço de maquinarias, incluindo instalações propulsoras e o básico de eletricidade, em R\$

P_{MCP} – potência de MCP, em CV;

P_{MCA} – potência de MCA, em CV;

$$P_{maq} = 557,4 * P_{MCP} + 912,1 * P_{MCA} \quad (15)$$

Se $P_{MCA} = 0,15 * P_{MCP}$, como proposto pela expressão (7), tem-se, então:

$$P_{maq} = 694,22 * P_{MCP} \quad (16)$$

Deve-se observar que não foram considerados nessa formulação, elementos pertencentes, conforme a OS-5, ao Grupo de Máquinas (subdividido em Auxiliares, Equipamentos de Habitação, Fundeio, Atracação e Reboque, Movimentação e Armazenagem de Carga), ao Grupo Redes e Tubulações (tubulações, bombas, filtros, etc), Equipamentos de eletrotécnica e eletrônicos do Grupo de Eletricidade, Grupo de Acessórios de Casco e Convés (cebeços, jazentes, etc), porque para embarcações fluviais seus custos são de pequena monta quando comparados com os custos dos elementos já considerados, ou não são utilizados, sendo de fato, custo nulo.

Para o Grupo Acabamento (divisórias, forrações, pisos, móveis e utensílios, etc), é necessário um tratamento à parte, devido as seguintes razões:

- a) há um grande número de produtos, com diferentes custos e que requerem maior ou menor quantidade de H.H. para instalações;
- b) esse grupo teve uma discrepância maior em relação aos empurradores do comboio típico, em que cada empresa tem seu padrão de acabamento. Para as demais embarcações, tanto para passageiros e areieiros autopropelidos como chatas, esse item tem pequeno peso, pois a pintura é o acabamento adotado na maioria delas.

IV.1.3. Preço de Veículos Hidroviários

Assim, uma embarcação pode ter seu preço estimado juntando-se as expressões (12) e (15) ou (16):

$$P_V = 3,84 * P_{aço} + 557,4 * P_{MCP} + 912,1 * P_{MCA} + P_{ACABAMENTO} \quad (17)$$

onde:

P_V – preço do veículo hidroviário fluvial (autopropelido ou não), em R\$;

$P_{aço}$ – peso de aço da estrutura, determinado pela expressão (8), em kg;

P_{MCP} – Potência total dos MCP, em CV;

P_{MCA} – Potência total dos MCA, em CV;

$P_{ACABAMENTO}$ – preço de materiais e mão de obra do Grupo Acabamento. Tomado igual a zero, neste trabalho, pelas razões expostas acima.

Caso a embarcação seja uma chata, basta tomar na expressão (17) valores nulos para P_{MCP} e P_{MCA} .

IV.2. CUSTO DE CAPITAL

Uma vez determinado o preço estimado da embarcação, é possível relacioná-lo aos diferentes itens de custo que consiste no objetivo primeiro deste trabalho.

Assim, o Custo de Capital representa o dispêndio do capital investido para aquisição do veículo de transporte, sendo determinado, conforme IPT (1989) /21/, IPT (1990) /22/, NOVAES (1976) /39/ e VALENTE, PASSAGLIA e NOVAES (1996) /51/, por:

$$C_C = P_V * FRC(i, n) - V_R * FFC(i, n) \quad (18)$$

onde:

C_C – Custo de Capital, em R\$/ano;

P_V – Preço do veículo hidroviário. Pode ser determinado pela expressão (17), em R\$;

V_R – Valor residual do veículo. Normalmente tomado igual a zero, pois o desgaste da estrutura e obsolescência de equipamentos após vinte ou mais anos de uso é muito grande;

FRC (i, n) – Fator de Recuperação de Capital. $FRC(i, n) = i \cdot (1+i)^n / [(1+i)^n - 1]$

FFC (i, n) – Fator de Formação de Capital. $FFC(i, n) = i / [(1+i)^n - 1]$

i – taxa de juro anual. No transporte hidroviário são usuais valores entre 6 e 8% ao ano (a.a.) para embarcações financiadas pelo BNDES, sendo aceitos como padrões internacional. Outros valores, como 12% a.a. são comuns;

n – Intervalo de tempo (em anos) para recuperar o capital. É normal para embarcações de carga o uso de 20 anos. Para empurradores e autopropelidos esse valor se aproxima da vida útil (N), adotada, normalmente, como 20 anos.

IV.3. CUSTO DE SEGURO

Representa valores gastos com seguros da embarcação. Ressalte-se que esse seguro não considera a carga transportada, devendo ser feito a parte. Os valores praticados, desde há muito na navegação fluvial são de 1,8 a 2,5% do valor do veículo novo, na vigência da vida útil do mesmo. O valor usual praticado é de 2%, referindo-se ao preço da embarcação nova. Assim:

$$C_S = K_S \cdot P_V \quad (19)$$

onde:

C_S – Custo de Seguro, em R\$/ano;

K_S – Constante que considera a taxa de seguro. $K_S = 2,0\%$ é valor típico;

P_V – preço do veículo hidroviário (aquisição ou novo), em R\$.

IV.4. CUSTO DE TRIPULAÇÃO

Considera os gastos realizados com a tripulação da embarcação, determinada pela NORMAM 13 (1998) /32/, que para algumas embarcações fluviais são mostradas na Tabela 12. O uso de uma tripulação maior, por exemplo, 9 (nove) tripulantes, para o comboio típico, ao invés de 7 (sete) ou 8 (oito), implica em menor número de horas extras pagas e melhor qualidade de manutenção realizada a bordo. É determinado por:

$$C_{TR} = K_{HE} * N_t * SM * F_{ES} * 12 \quad (20)$$

onde:

C_{TR} – Custo de Tripulação, em R\$/ano;

K_{HE} – Constante de Horas Extras, considera gastos com horas extras realizadas pela tripulação durante as viagens. A consideração do tempo de operação diária (até 24 horas/dia) e a prática do revezamento dos tripulantes em funções vitais (praça de máquinas e pilotagem), tem levado a operações seguras e número de tripulante adequado, sem necessidade de horas extras. Para o comboio típico, uma tripulação de 9 pessoas torna $K_{HE} = 1,0$;

N_t – número de tripulantes a bordo, determinado pela NORMAM 13 (1998) /32/ (vide Tabela 12);

SM – salário médio da tripulação. A Tabela 13 mostra valores de salários pagos na região, pelas empresas que operam na Hidrovia Tietê-Paraná, parametrizada pela função do tripulante;

F_{ES} – fator de encargos sociais. Para a legislação atual, $F_{ES} = 2,10$;

12 – fator que considera esse custo como anual (número de meses/ano).

O salário médio (SM) da tripulação será determinado pela média ponderada de salário pelo número de tripulantes na função. Para o caso do comboio típico, com nove tripulantes, tem-se:

$$SM = (1*1450 + 1*1250 + 1*950 + 1*650 + 3*630 + 2*630)/9 \Rightarrow SM \cong R\$828,00$$

IV.5. CUSTO DE ALIMENTAÇÃO

As despesas com alimentação e hospedagem da tripulação são determinadas por:

$$C_A = N_t * D_A * 365 \quad (21)$$

onde:

C_A – Custo de alimentação, em R\$/ano;

N_t – número de tripulantes;

D_A – diária alimentícia. Na navegação fluvial dentro do Brasil, situa-se entre R\$5,00 e R\$6,00;

365 – fator que torna custo de alimentação em anual. É o número de dias por ano.

Saliente-se, ainda, que é comum a adoção de uma política de diária alimentar com valor estabelecido pelas companhias, onde no início de cada viagem, o comandante recebe um adiantamento equivalente ao valor estimado para alimentação durante toda a viagem. Para o comboio típico com nove tripulantes e para uma viagem estimada em seis dias, tem-se:

$$\text{Adiantamento} = N_t * D_A * 6 \Rightarrow \text{Adiantamento} = 9 * 5,5 * 6 = \text{R}\$297,00$$

Com essa política, o cardápio de bordo e local para aquisição dos mantimentos ou víveres, ficam a cargo da própria tripulação. Com isso, evita-se o desperdício e reclamações de cardápio repetitivo para todas as refeições durante a viagem de ida e volta.

IV.6. CUSTO DE MANUTENÇÃO E REPARO

A manutenção consiste em procurar manter a frota em boas condições de uso, de forma que sua imobilização seja mínima. Um bom programa de manutenção deve ter entre seus objetivos:

- conservar os veículos em operação o maior tempo possível, evitando retirar as peças de eventuais veículos parados (processo conhecido como “canibalização”);
- prevenir quebras e conseqüentes paradas operacionais, através da manutenção preventiva, que evita desperdícios de tempo e problemas que exijam consertos de alto custo. Para tanto, é necessário estabelecer rotina diária a ser cumprida pela tripulação de bordo, podendo ser citado:
 - verificação periódica (várias vezes ao dia) de temperatura de óleo lubrificante;
 - verificação periódica de pressão de água de arrefecimento;
 - troca de óleo lubrificante, conforme recomendação do fabricante do motor. Valor usual de 250 horas;
 - troca de filtros (óleo lubrificante, combustível, ar de admissão), conforme recomendação técnica;
- estabelecer e seguir programas de qualidade que proponham rotinas e horários de trabalho, frequência de atendimento, tempo de ciclos, reduzindo atrasos, perda de mercadorias perecíveis, etc.

Até a metade da década de 1990, a manutenção ficava a mercê da vontade do armador, principalmente para embarcações não classificadas. A partir de 1996, o Ministério da Marinha, por diversas razões (sendo a segurança a principal) passou a estabelecer critérios de vistoria que garantissem uma manutenção mínima, vistoriando as embarcações para emissão do Certificado de Segurança à Navegação (CSN), renovado anualmente. As rotinas de inspeções (itens a serem vistoriados) e a periodicidade são estabelecidas pela NORMAM 02 (1998) /31/, sendo seguidas, também, pelas Sociedades Classificadoras que atuam no Brasil. Essas Sociedades Classificadoras muito contribuíram para estabelecimento de normas relativas aos veículos hidroviários fluviais e de longo curso, tanto para construção como operação.

Os custos anuais de manutenção e reparo, executados conforme procedimentos estabelecidos pela NORMAM 02 (1998) /31/ e Sociedades Classificadoras, são calculados por:

$$C_{MR} = K_{MR} * P_V \quad (22)$$

onde:

C_{MR} – Custo de Manutenção e Reparo, em R\$/ano;

K_{MR} – Constante de Manutenção e Reparo. Tomada pelos valores abaixo para representar os custos reais contabilizados pelas empresas:

$K_{MR,A} = 4,0\%$, para empurradores e autopropelidos;

$K_{MR,C} = 2,5\%$, para chatas;

P_V - Preço do veículo novo, em R\$

Nesses custos estão inclusos despesas com manutenção e reparo de pequena monta, realizadas ao longo do ano operacional, até as docagens longas, realizadas quinzenalmente, conforme o tipo de embarcação.

IV.6.1. Exemplo Ilustrativo

Para mostrar a necessidade de rotina de manutenção adequada, no segundo semestre de 1999 realizou-se, na região de Jaú, uma “reforma” numa embarcação areieira autopropelida. Durante vários anos essa embarcação sofreu apenas manutenção de maquinaria (motores, bomba e tubulações).

Comprimento total: 36,0 m

Boca Moldada: 06,7 m

Pontal Moldado: 02,0 m

1 MCP de 150 CV

1 motor acionador de bomba de 200 CV

Ano de construção da embarcação: 1987

Valor estimado da embarcação nova: R\$ 420000,00

Reforma:

- troca de 25 t de aço (chapeamento do fundo, todo corroído), jateamento e pintura de toda a embarcação; valor de R\$ 125000,00 (já incluso mão de obra para instalação de maquinarias);
- troca de MCP, eixo propulsor, tubo telescópico e hélice; valor de R\$ 27500,00;
- troca de motor acionador de bomba de sucção, valor de R\$ 42000,00
- total: R\$ 194500,00.

Empregando a expressão (22), obtém-se:

$$C_{MR} = K_{MR} * P_V \Rightarrow C_{MR} = 0,04 * 420000 = 16800,00 \text{ R\$/ano}$$

$$C_{MR} = 12 \text{ anos} * 16800 \text{ R\$/ano} = 201600 \text{ R\$ (durante os 12 anos de existência)}$$

A diferença (201600 – 194500 = 7100 R\$), corresponderia ao valor empregado nas manutenções de maquinaria realizada ao longo desses 12 anos. Esse fato mostra que a não realização de rotina de manutenção adequada, além de não trazer economia, obrigou a embarcação ficar mais de seis meses parada, sem gerar receita alguma.

IV.7. CUSTO DE ADMINISTRAÇÃO

Esse custo refere-se, basicamente, às atividades realizadas em terra, consistindo em:

- **pessoal de escritório:** contabilidade, compras de materiais de consumo (óleo combustível; óleo lubrificante; graxas; tintas; sobressalentes de pequena monta: lâmpadas, filtros, parafusos, etc.); recursos humanos (pessoas que realizam a seleção, contratação e treinamento da tripulação e do próprio pessoal de escritório) e instalações;
- **vendas:** pessoal destinado a angariar cargas e divulgar serviços prestados pela empresa (“marketing”). No caso fluvial são pessoas que contatam os clientes atuais e clientes potenciais para realizarem contratos para transportes. No longo curso, são empresas espalhadas pelas localidades portuárias atendidas pelo navio;
- **técnico:** pessoal que vistoria a embarcação e controla consumo de materiais, execução das manutenções rotineiras de bordo pela tripulação, contrata e fiscaliza trabalhos de manutenção não realizados pela tripulação, outros. Serviço de manutenção e reparo, normalmente, é terceirizado.

Pode ser determinado por:

$$C_{AD} = K_{AD} * (C_{TR} + C_A + C_{MR}) \quad (23)$$

onde:

C_{AD} – Custo de Administração, em R\$/ano

K_{AD} – Constante de administração. Tomado como 35%, representa o valor gasto pelas empresas com essa área, contabilizado como 7 a 10% do faturamento anual (vide item III.3.6.). Notou-se uma tendência de busca para patamares inferiores para esse custo, indicando maior eficiência operacional e administrativa da empresa transportadora;

C_{TR} – Custo de Tripulação. Calculado pela expressão (20);

C_A – Custo de Alimentação. Calculado pela expressão (21);

C_{MR} – Custo de Manutenção e Reparo. Calculado pela expressão (22).

IV.8. CUSTO DE COMBUSTÍVEL E LUBRIFICANTES E MISCELÂNEA

O custo com combustível é determinado por:

$$C_{OC} = C_{OD} * P_C * T_{OP} \quad (24a)$$

C_{OD} – consumo de óleo combustível, para os motores em funcionamento. Determinado por:

$$C_{OD} = (CEC * MFHP) / D_o \quad (24b)$$

CEC – consumo específico de combustível, em g/(CV*h). Valores situados entre 150 e 170 para motores usuais em embarcações. O combustível usual é o óleo diesel;

$MFHP$ – potência das máquinas em funcionamento durante a viagem. O usual são os motores de propulsão (MCP) e um motor auxiliar (MCA). Assim:

$$MFHP = P_{MCP} + 1 * P_{MCA} \quad (24c)$$

D_o – densidade do óleo combustível. Valor típico é 850 g/litro;

P_C – preço do óleo combustível, em R\$/litro;

T_{OP} – tempo diário de operação da embarcação. Para cargueiros, o usual é 24 h/dia.

O custo com óleo lubrificante e filtro de óleo do carter, para motores usuais da Hidrovia Tietê-Paraná, tomando o volume de óleo, troca desse óleo e filtro a cada 250 horas (conforme recomendação dos fabricantes), representa 5% do gasto de combustível no mesmo período de tempo. Assim, a consideração de custo com lubrificantes faz-se multiplicando a expressão (24a) por 1,05.

Além de óleos, tem-se gastos com vários outros elementos de pequeno valor, tais como: filtros (ar, combustível, água bruta, outros), aditivos para água de arrefecimento, estopas, detergente para limpeza da praça de máquinas, outros. Esse custo, denominado por outros, é determinado por:

$$\text{Outros} = K_{\text{MIS}} * \text{PMHP} / 1000 \quad (24d)$$

onde:

Outros – Custo com miscelânea (filtros, aditivos, estopa, etc);

K_{MIS} – Constante de miscelânea. $K_{\text{MIS}} = \text{R}\$60,00/\text{dia}$ (para cada 1000 CV de potência instalada);

PMHP – Potência das Máquinas. $\text{PMHP} = P_{\text{MCP}} + P_{\text{MCA}}$ (somatório da potência dos motores principais e auxiliares de bordo);

1000 – fator que considera unidade da constante de miscelânea.

Assim, o custo com combustíveis, lubrificantes e miscelânea, é dado por:

$$C_{\text{OL}} = C_{\text{OD}} * P_{\text{C}} * T_{\text{OP}} * 1,05 \quad (25a)$$

$$C_{\text{CL}} = C_{\text{OD}} * P_{\text{C}} * T_{\text{OP}} * 1,05 + K_{\text{MIS}} * \text{PMHP} / 1000 \quad (25b)$$

onde:

C_{OL} – Custo com combustíveis e lubrificantes;

C_{CL} – Custo com combustíveis, lubrificantes e miscelânea, em R\$/dia operacional; demais termos: conforme expressões (24a), (24b), (24c) e (24d).

Observação: como em alguns casos pode se ter um número de horas de operação menor que 24 horas, no estabelecimento do custo total por viagem redonda, adiante, a expressão (25) será corrigida e explicada.

IV.9. CUSTO DE USO DA VIA

Esse item de custo deve levar em consideração o dispêndio ocorrido com o uso da via. Esse custo deve ser revertido em obras de manutenção, conservação, sinalização, obras de melhoramento, outras obras, tais como, dragagem em pontos de acúmulo de areia, derrocagens, instalação e trocas de bóias de sinalização, na via. Em alguns casos inclui até a manutenção das eclusas, como é o caso da Hidrovia Tietê-Paraná. A forma mais coerente deve considerar a capacidade de carga da embarcação, que é função do porte e das dimensões físicas, dando uma forma similar a dos pedágios nas rodovias. Na Bélgica a cobrança para uso da via é feita em função da distância (quilometragem percorrida) e somente quando a embarcação está carregada. Assim, esse custo pode ser determinado por:

$$C_{UV} = K_P * N_P * DWTC \quad (26)$$

onde:

C_{UV} – Custo de Uso da Via, em R\$/viagem redonda;

K_P – Constante Financeira de uso da via. Esse valor deve considerar os serviços prestados ao usuário e os gastos na via, como comentado acima. Os investimentos ocorridos na Hidrovia Tietê-Paraná, realizados pela CESP, não estavam disponíveis até a conclusão deste trabalho, não sendo possível o estabelecimento de valores que pudessem, ao menos, servir de orientação;

N_P – quantidade de pontos tomados como referência para cobrança pelo uso da via. Pode ser tomado como o número de eclusas transpostas na navegação, se houver, distância percorrida, quantidade de pontes no trecho navegado e outros. Semelhante ao número de pedágios rodoviários;

$DWTC$ – “deadweight” (capacidade total) de carga.

IV.10. CUSTO DE PORTOS E TERMINAIS

Esse custo representa o retorno do capital investido nas instalações portuárias (cais, área de acostagem, outros), equipamentos de transbordo, armazéns, vias internas, instalações para alfândega, etc. Na navegação interior, é muito comum cada empresa transportadora dispor de terminal próprio, devendo incluir, no preço do transporte, esse custo de forma adequada e não no custo de administração como algumas fazem, eventualmente.

A tendência é que os serviços portuários sejam prestados por empresas especializadas, com mão de obra apropriada, responsabilizando-se por eventuais acidentes na movimentação de carga, conforme leis que tramitam no Congresso Nacional, e que se assemelham às práticas dos portos tidos como modelos, dentre eles, Roterdã (Holanda), Hamburgo (Alemanha) e Vancouver (Canadá).

A Tabela 15 mostra as tarifas usualmente cobradas nos portos e terminais de longo curso, em todos os continentes, e as praticadas no Porto de Belém. Tomou-se o Porto de Paranaguá como exemplo, cujos preços praticados se aproximam de valores praticados internacionalmente.

Tabela 15 – Tarifas e Taxas praticadas nos Portos de Paranaguá (PR) e Belém (PA)

Item de Cobrança	Tarifa ou Taxa (Paranaguá)	Tarifa ou Taxa (Belém)
1. Berço de Atracação	R\$0,15/(metro linear*hora)	R\$0,067/(metro linear*hora)
2. Transbordo de Carga		
2.1. Granéis Sólidos	R\$1,36/tonelada	R\$1,47/tonelada (1) R\$0,17/tonelada (2)
2.2. Granéis Líquidos	R\$1,36/m ³	
2.3. Container Cheio		
ISO de 20 pés	R\$23,00	R\$29,40
ISO de 40 pés	R\$25,00	
3. Outros		
Adentrar porto com outros fins, que não movimentação de cargas.	R\$0,30/(tpb) tpb – toneladas de porte bruto	R\$0,25/(tpb) tpb – toneladas de porte bruto

Observações: 1. Para carga transbordada na navegação de longo curso ou cabotagem; 2. Para carga transbordada na navegação interior.

Além dos itens listados acima, uma embarcação poderá necessitar de rebocadores para atracação e desatracação, e outros serviços, como, vistorias e despachos da Capitania dos Portos, serviços aduaneiros, etc.

Dessa forma, a determinação desse item de custo será feita por:

$$C_{PT} = K_B \cdot (W/C_{HE} + W/C_{HD}) + (K_{TE} \cdot W + K_{TD} \cdot W) + N_{HR} \cdot K_{EMP} + K_{OU} \quad (27)$$

C_{PT} – Custo de Portos e Terminais, em R\$/viagem redonda

K_B – Constante devido uso de berço de atracação. Tomando o valor da Tabela 15 (Paranaguá) e o comprimento do Comboio típico do Rio Tietê (137 metros), pode-se estabelecer: $K_B = 0,15 \cdot 137 \Rightarrow K_B = \mathbf{R\$21/hora}$. Deve-se considerar o valor real praticado pelos portos da rota em estudo;

W – quantidade de carga transbordada, em toneladas. $W = f \cdot DWTC$;

f – fator de ocupação do veículo. f varia entre 0 e 100%. Casos típicos, acima de 75%;

C_{HE} – cadência horária de enchimento, em tonelada/hora;

C_{HD} – cadência horária de descarregamento, em tonelada/hora;

K_{TD} – constante de taxa de transbordo no descarregamento, em R\$/tonelada;

K_{TE} – constante de taxa de transbordo no enchimento, em R\$/tonelada;

N_{HR} – Número de horas de serviço de rebocadores usados na viagem, tanto na origem como no destino, em horas;

K_{EMP} – constante custo horário de rebocador. Esse valor é tabelado pela Capitania dos Portos como função da tração estática (“bollard-pull”). Para rebocadores pequenos, mesmo porte dos empurradores da Hidrovia Tietê-Paraná, tem-se: $K_{EMP} = \mathbf{R\$400,00/hora}$;

K_{OU} – custos devido uso de outros serviços, como, despacho de Capitania dos Portos, alfândega, etc. Valores sem referência, devido a navegação ocorrer ainda somente em território brasileiro.

IV.11. CUSTO TOTAL E TEMPOS EM OPERAÇÃO E PARADO

Neste item serão determinados os tempos gastos em viagem e parado e o custo total durante uma viagem redonda.

IV.11.1. Determinação dos Tempos em Operação e Parado

A determinação dos tempos operando (ou navegando) considera o tempo efetivamente gasto em viagem e também o tempo gasto em eventuais eclusagens, em que a embarcação permanece com motores ligados e desacoplados. Devido o tempo de eclusagem ser bem menor que o de viagem, considerar-se-á que os motores estejam consumindo combustível na mesma quantidade de quando estão em operação normal. Na prática, não se encontrou indícios de que essa hipótese fosse inválida. Assim:

$$T_N = (d/V_S + d/V_D + T_{ECLS} + T_{ECLD} + T_{DF})/24 \quad (28)$$

onde:

T_N – Tempo gasto em viagem, entre origem e destino, em dias;

d – distância entre origem e destino, em km;

V_S – velocidade de subida (contra eventual correnteza), em km/h. $V_S = V - \Delta V$;

V – velocidade de operação da embarcação, em km/h;

ΔV – variação de velocidade devido a ação da correnteza, em km/h. Valor adotado como constante, tanto na subida como na descida. A rigor, esses valores não devem ser iguais, pois a forma da proa e popa da embarcação tem influência, e normalmente são diferentes entre si. Nos lagos dos Rios Tietê, Paraná, Paranaíba e São José dos Dourados, a velocidade da correnteza é pequeno e tem pouca influência, portanto, para esse caso, $\Delta V = 0$;

V_D – velocidade de descida (a favor da correnteza), em km/h. $V_D = V + \Delta V$;

T_{ECLS} – tempo de eclusagens na subida, em horas. Determinado por: $T_{ECLS} = N_{ECL} * T_{IECL}$;

N_{ECL} – quantidade de eclusas no trecho navegado;

T_{IECL} – tempo gasto em uma eclusagem, em horas. Vide Tabela 1. O tempo médio por eclusa pode ser tomado como igual a 1 hora. Para eclusas duplas (Nova Avanhandava e Três Irmãos), 2 horas;

T_{ECLD} – tempo de eclusagens na descida, em horas. $T_{ECLD} = N_{ECL} * T_{IECL}$;

T_{DF} – tempo gasto para desmembramento, eclusagem e formação do comboio, quando se opera com quatro chatas, formação duas a duas. Como ainda não existe empurrador de apoio nas eclusas para essa finalidade, todas as operações são realizadas com o próprio empurrador. Varia de 3 a 5 horas por eclusa;

24 – transformar a unidade de tempo de horas para dias.

O tempo parado deve considerar:

- a) tempo de espera nos portos e terminais;
- b) tempo de transbordo de carga;
- c) tempo fora de operação, devido operação da embarcação ser realizada em tempo menor que 24 horas/dia.

Assim, é determinado por:

$$T_P = [T_{ESP} + (W/C_{HE} + W/C_{HD}) + N_{HR} + T_{FOP}]/24 \quad (29)$$

onde:

T_P – Tempo Total parado em portos e/ou fundeado, em dias;

T_{ESP} – tempo de espera nos portos e terminais, tanto na origem como no destino, em horas;

W , C_{HE} , C_{HD} , N_{HR} – termos definidos na expressão (27);

T_{FOP} – tempo fora de operação, quando a operação diária não é realizada durante 24 horas/dia. Há casos de 8 h/dia, de 12 h/dia, de 14 h/dia, de 16 h/dia, etc, conforme a necessidade e disposição do armador. Em horas/dia.

IV.11.2. Determinação do Custo Total por Viagem Redonda

O custo total por viagem considera todos os itens de custos que ocorrem na realização de uma viagem redonda. Como mostrado acima, há custos que ocorrem tanto com o veículo viajando como parado. Há custos que ocorrem somente quando em viagem, outros somente quando parado. Assim:

- custos em viagem e parado: capital, seguro, tripulação, alimentação, manutenção e reparo, administração;
- custos em viagem, somente: combustível e lubrificantes e uso da via;
- custos parado e em porto, somente: portos e terminais.

A rigor, quando parado e em portos e terminais, pode haver gasto com óleo, devido a necessidade de energia elétrica a ser gerada pelo conjunto motor auxiliar e gerador. Assim, deve-se acrescentar essa parcela, que em alguns casos específicos poderá ser considerável e pode ser determinado de forma semelhante ao custo de combustível e lubrificante, por:

$$C_{CP} = [(CEC * MPHP) / D_o] * P_C * T_{CP} * 1,05 \quad (30)$$

onde:

C_{CP} – Custo de Combustível quando o veículo está parado (portos e terminais e fundeado), em R\$/dia;

CEC; D_o ; P_C ; 1,05 – termos definidos na expressão (24);

T_{CP} – tempo em que a embarcação fica parada e consome combustível. Pode ser tomado como igual a T_{FOP} , T_P ou outro valor, conforme o caso;

MPHP – potência de máquinas usadas quando o veículo está parado. Via de regra,
 $MPHP = P_{MCA}$.

Na expressão (30) o valor de T_{CP} (tempo parado e com consumo de combustível) deve considerar a realidade de cada tipo de operação. Em portos e terminais é comum o uso de energia de terra para abastecer o navio, que possui uma chave reversora para essa finalidade, como se comentou anteriormente no item sobre escolha de motor (item II.2.5).

Além disso, devem ser ainda considerados alguns aspectos para determinação do custo total por viagem redonda:

- os custos são determinados em diferentes unidades: R\$/ano, R\$/dia ou R\$/dia operacional (caso do custo de combustível e lubrificantes), R\$/viagem redonda (caso dos custos de uso da via e parado);
- o tempo de operação pode não ocorrer em 24 horas por dia, como se comentou acima. Tendo em vista que a unidade de tempos em operação e parado é dia (e de 24 horas).

Assim, o custo total por viagem redonda pode ser determinado, por:

$$C_{TV} = [(C_{VP} + C_{OL} * F_{TOP} + \text{outros}) * T_N + C_{UV}] + \{(C_{VP} + \text{outros}) * T_P + C_{CP} + C_{PT}\} \quad (31)$$

onde:

C_{TV} – Custo Total por viagem redonda, em R\$/viagem redonda;

$$C_{VP} = [(C_C + C_S + C_{TR} + C_A + C_{MR} + C_{AD}) / A_{OP}];$$

C_{VP} – Custos que ocorrem tanto em viagem como parado, em R\$/dia;

C_C – Custo de Capital, determinado pela expressão (18);

C_S – Custo de Seguro, determinado pela expressão (19);

C_{TR} – Custo de Tripulação, determinado pela expressão (20);

C_A – Custo de Alimentação, determinado pela expressão (21);

C_{MR} – Custo de Manutenção e Reparo, determinado pela expressão (22);

C_{AD} – Custo de Administração, determinado pela expressão (23);

A_{OP} – Ano Operacional. É definido em função da existência de carga e realização de manutenção e reparo do veículo. Pode-se ter vários valores comuns:

- longo curso e fluvial com carga disponível durante o ano todo: 350 dias, sendo que os outros 15 são acumulados ao longo de 5 anos para docagens e manutenção de grande porte;
- fluvial com carga restrita: é o caso do transporte de grãos na Hidrovia Tietê-Paraná. É usado de 270 a 315 dias por ano (entre março e dezembro), período pós safra de verão, e uso do mês de janeiro para realização de obras de manutenção nas eclusas;

C_{OL} – Custo de Combustível e Lubrificantes, determinado pela expressão (25a);

F_{TOP} – Fator de tempo de operação. Leva em consideração o fato da operação não ser realizada durante 24 h/dia. Como o tempo de viagem é determinado por 24 h/dia, deve-se fazer essa correção. Abaixo mostra-se um exemplo elucidativo. $F_{TOP} = 24/T_{OP}$;

Outros – Custos com Miscelânea, determinado pela expressão (24d);

T_N – Tempo em Viagem ou Navegando, determinado pela expressão (28);

C_{UV} – Custo de Uso da Via, determinado pela expressão (26);

C_{CP} – Custo de Combustível quando o veículo está parado, determinado pela expressão (30);

T_P – Tempo parado, determinado pela expressão (29);

C_{PT} – Custo de Portos e Terminais, determinado pela expressão (27).

- A parcela entre colchetes representa os custos navegando e a entre chaves, parado;

IV.11.3. Exemplo de Aplicação

Uma embarcação autopropelida com velocidade operacional de 15 km/h, de 1200 t de capacidade, opera 14 h/dia entre dois portos distantes 630 km, com equipamentos de transbordo com capacidade de 200 t/h. Ela é dotada de dois MCP de 300 CV e dois MCA de 33 CV. Não há eclusas no trecho.

Para esse exemplo tem-se:

$V_S = V_D = V = 15$ km/h; $W = 1200$ t; $T_{OP} = 14$ h/dia; $d = 630$ km; $C_{HE} = C_{HD} = 200$ t/h;

$T_{ESP} = 0$ (adotado); $MFHP = 2*300+33 = 633$ CV.

$T_N = 630$ km/15 km/h = 42 horas (que equivale a três dias de 14 horas de operação) ou 1,75 dias (uso da expressão 28)

$C_{OD} = 160$ [g/(CV*h)]*633 [CV]/850 [g/litro] = 119,15 litros/h (expressão 24b)

$C_{OC} = 119,15$ [litros/hora]*0,60 [R\$/litro]*14 [h/dia] = 1000,86 [R\$/diaoperacional] (expressão 24a)

Custo real de combustível nesse trecho da viagem: $1000,86*3 = 3002,58$ [R\$]

$F_{TOP} = 24$ [h]/14 [h] = 1,7143 (vide expressão 31)

Custo de óleo nesse trecho da viagem: $C_{CL}*T_N = 1000,86*1,75 = 1751,51$ [R\$], uso da expressão (31) sem considerar o fator F_{TOP}

$(C_{OL} * F_{TOP}) * T_N = 1000,86 * 1,7143 * 1,75 = 3002,58$ [R\$], uso da expressão (31)

$T_{FOP} = 2 * (24 - 14) = 20$ [h] (são dois blocos de 10 horas fundeados, entre os três dias de viagem)

$T_P = 2 * (24 - 14) + 1200/200 + 1200/200 = 32$ [h] (expressão 29)

Custo de combustível com o veículo fundeado:

Adotando $T_{CP} = T_P$

$C_{CP} = (160 * 33/850) * 0,60 * 32 * 1,05 = R\$178,90$ (expressão 30)

O valor de C_{CP} é muito baixo quando comparado com o custo de combustível e lubrificante em viagem.

IV.12. FRETE

O frete representa o preço do serviço de transporte, devendo cobrir os custos ocorridos e mais uma taxa de lucro. Sendo, então, determinado por:

$$F = (1 + L_U) * [C_{TV} / (d * W)] \quad (32)$$

onde:

F – frete praticado, em R\$/(t*km);

L_U – Taxa de Lucro, admitida entre 0 (zero) e 10%, dependendo da demanda e da concorrência;

C_{TV} – Custo Total por viagem redonda, em R\$; determinado pela expressão (31);

d – distância entre origem e destino (uma só perna da viagem), em km;

W – quantidade de carga transportada no veículo, em tonelada.

Na expressão acima estão embutidas as seguintes hipóteses, que são usuais no transporte hidroviário:

- a embarcação faz uma perna da viagem redonda carregada e a outra em lastro. Na Hidrovia Tietê-Paraná isso é estabelecido por Norma do Ministério da Marinha, com o objetivo de diminuir a área vélica das embarcações e diminuir possibilidades de ocorrência de acidentes (batidas em pontes, principalmente). Isso faz com que o

gasto de combustível e tempo de viagem sejam muito próximo da condição carregada, tornando essas hipótese realista, e que condiz com a sistemática adotada internacionalmente;

- a velocidade de operação não se altera devido a correnteza. Como os trechos navegáveis na Hidrovia Tietê-Paraná são lagos de Usinas Hidrelétricas, a velocidade de correnteza é pequena e pouco altera a velocidade de operação na descida ou subida dos rios;
- não há restrição de horário para eclusagem. As eclusas tem ficado disponível para transposição 24 horas por dia até o término deste trabalho.

Caso haja carga de retorno, o frete deve ser calculado por perna da viagem, considerando-se a realidade de cada percurso, tais como: quantidade e tipo de carga a ser transportada, cadência horária dos equipamentos de transbordo, tempo de espera nos portos e terminais, etc.

CAPÍTULO V

APLICAÇÕES E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com a proposição das expressões que traduzem os modelos matemáticos para estima dos diferentes custos de transporte e a sua integração final, na avaliação do frete, apresentam-se, neste capítulo, exemplos típicos de aplicação com simulação de operação com comboios utilizados na Hidrovia Tietê-Paraná. Estas aplicações são bastante elucidativas e fornecem bons subsídios na análise da composição dos custos envolvidos no transporte daqueles sistemas navegáveis. Ressalte-se que foi elaborado uma planilha de cálculo, em “Planilha Eletrônica” (Excel), com todos os itens de custo para determinação do frete, permitindo maior rapidez e confiabilidade na obtenção dos resultados. Utilizou-se os modelos matemáticos aqui propostos para cada item de custo.

Além disso, serão comparados os valores obtidos para o frete pela aplicação dos modelos estabelecidos neste trabalho, com os valores disponíveis na bibliografia e os levantados na fase de coleta de dados.

V.1. COMBOIO TÍPICO DA HIDROVIA TIETÊ

Para o comboio típico do Rio Tietê, com as características apresentadas anteriormente (item II.2.5.) e rerepresentadas a seguir e na Tabela 16, determina-se o custo do veículo usando as formulações propostas neste trabalho.

	Chatas	Empurrador
Comprimento total	60,0 m	17,0 m
Boca Moldada	11,0 m	07,0 m
Pontal	03,1 m	02,5 m
Calado de Projeto	02,5 m	01,7 m

Motores Principais	2 x 430 CV
Motores Auxiliares	2 x 51 CV
Capacidade de Carga (DWTc)	1200 t
Quant. de Carga Transportada (W)	1200 t
Tempo de operação diário (Top)	24 horas/dia

Preço do Empurrador: R\$ 772469,00 (expressão 17)

Preço Real do Empurrador: R\$ 950000 ± R\$ 50000,00 (levantamento de dados)

Preço da Chata: R\$ 864230,00 (expressão 12)

Preço Real da Chata: R\$ 850000,00 ± R\$ 30000,00

A diferença encontrada no preço do empurrador, conforme comentado no item IV.1.3. se deve principalmente a equipamentos e aparelhos pertencentes ao grupo de acabamento e outros, conforme a OS-5, que não foram considerados na formulação de custo desenvolvida neste trabalho e porque cada empresa consultada utiliza marcas e modelos diferentes, resultando em custos diferentes:

- forrações de teto e paredes nas casarias com madeiras: não se considerou esses elementos nas formulações, pois há empurradores que não as possuem;
- radares, GPS, Sistema de Comunicação por Satélite, computador de bordo para registros diversos: não foram considerados nas formulações, pois a maioria não utilizam esses elementos;
- eletrodomésticos em geral, camas, colchões, utensílios de cama e mesa: cada empresa utiliza tipos, fabricantes, qualidade diferentes, tornando impossível uma sistematização desses elementos;
- outros itens (cabos de amarração, guinchos elétricos ou manuais, etc).

Para as chatas, como são constituídas por chapas e perfis e recebem o acabamento apenas de pintura, praticamente não há diferenças de preços.

Tabela 16 – Valores determinados para o comboio típico do Rio Tietê

		Expressão	
Preço de veículos Hidroviários (R\$)	Pv	-	2500930
Empurrador/Autopropelido	-	-	772469

Constante (para casco)	Ke	-	0,14
Constante (para casaria)	Ke	-	0,07
Comprimento (m)	L	-	17,0
Boca (m)	B	-	7,0
Pontal (m)	D	-	2,5
Comprimento da casaria (m)	4,5	-	10,0
Boca da casaria (m)	3,8	-	5,4
Pontal da casaria (m)	2,1	-	2,1
Potência de MCP (CV)	430	-	860
Quantidade de MCP	2	-	
Potência de MCA (CV)	51	-	102
Quantidade de MCA	2	-	
Peso de aço = $Ke*L*B*D$ (do casco)	Paço	(8)	41,65
Peso de aço = $Ke*L*B*D$ (das casarias)	Paço	(8)	12,83
Preço de aço = $3,84*Paço$	3,84	(12)	200071
Preço Maquinaria = Pr MCP + Pr MCA	-	-	572398
Preço de MCP = $557,4*Pmcp$	560	(15)	479364
Preço de MCA = $912,1*Pmca$	911	(15)	93034
Obs.: outro convés de casaria: 4,5x3,8x2,1	-	-	
	-	-	
Chatas	-	-	1728461
Constante (para casco)	Ke	-	0,11
Comprimento (m)	L	-	60,0
Boca (m)	B	-	11,0
Pontal (m)	D	-	3,1
Peso de aço = $Ke*L*B*D$ (do casco)	Paço	-	225,06
Preço de aço = $3,84*Paço$	3,84	(12)	864230
Quantidade de chatas	2	-	

Para esse comboio, a Tabela 17 mostra os valores dos custos determinados pelas expressões estabelecidas neste trabalho, considerando custos de uso da via e de portos e terminais como nulos.

Tabela 17 – Valores de custos calculados para o comboio do Rio Tietê

Custo de Capital	Cc	(18)	254725
Tempo para Retorno do Capital (anos)	n		20
Taxa de Juros Usada (a.a.)	i		0,08
Fator de Recuperação do Capital	FRC(i,n)		0,10185
Fator de Formação do Capital	FFC(i,n)		0,02185
Valor Residual	VR		0
Custo de Seguro	Cs	(19)	50019
Constante de Seguro	Ks		2%

Custo de Tripulação	Ct	(20)	187790
Número de Tripulantes	Nt		9
Salário Médio da Tripulação (R\$)	SM		828
Fator de encargos Sociais	Fes		2,1
Constante de horas extras	Khe		1,0
Número de meses/trabalho			12
Custo de Alimentação	Ca	(21)	18068
Diária Alimentícia (R\$)	Da		5,5
Dias do ano			365
Custo de Manutenção e Reparo	Cmr	(22)	74110
Constante de Manutenção e Reparo (Autopr)	Kmr,a		0,040
Constante de Manutenção e Reparo (Chatas)	Kmr,c		0,025
Custo de Administração	Cad	(23)	97989
Constante de Administração	Kad		0,35
Custo de Combustível e Lubrificante	Ccl		2651
Custo de Óleos		(25a)	2593
Consumo do óleo diesel (litros/hora)	Cod		171,48
Consumo Específico de Combustível (g/CV*h)	CEC		160
Potência das Máquinas em Funcionamento (CV)	MFHP		911
Preço do óleo Combustível (R\$/L)	pc		0,6
Densidade do Combustível (g/L)	D		850
Tempo de Operação/dia (horas/dia)	top		24
Considerações Óleo Lubrificante			1,05
Outros (graxas, estopa, etc) = $K_{mis} * MHP / 1000$		(24d)	58
Constante de miscelânea	Kmis		60
Custo do Uso da Via	CUV	(26)	0
Número de Pontos de Taxação	Np		5
Constante Custo Financeiro dos pontos	Kp		0,0
Capacidade de Carga por chata (DWTc)	DWTC		1200
Custo de Porto e Terminal	Cpt		0
Custo de Transbordo (R\$)		(27)	0
Quantidade de Carga Tranp. ($W=f * DWTC$)	W		2400
Fator de Ocupação do Veículo	f		100%
Cadência Horária de Embarque (t/h)	Che		250
Cadência horária de desembarque (t/h)	Chd		250
Taxa da Tonelada Transbordada	Kt		0
Custo de uso de empurrador (R\$)		(27)	0
Número de Horas de Rebocador (h)	Nhr		0
Custo horário do Rebocador (R\$/h)	Kemp		400
Custo de uso do cais (R\$)		(27)	0
Constante Preço de uso do berço (R\$/h)	Kb		0
Tempo de uso de cais = tempo de transbordo (h)			19,2
Outros serviços (despachos, etc)	Kou	(27)	0

A Tabela 18 mostra os tempos parado e navegando, custo total por viagem redonda e o frete calculado.

Tabela 18 – Tempos de Viagem e Parado, Custo Total e Frete para comboio do Rio Tietê

Tempo Total de Viagem (h)	Tt		131,20
Tempo Total de Viagem (dias)			5,47
Tempo Navegando ou Viajando (horas)	Tn	(28)	112,00
Tempo em Viagem (horas) (ida e volta)			100,00
Velocidade de Operação (Km/h)	V		13
Distância (Km)	d		650
Tempo em eclusagem		(28)	12
Número de Eclusas	Necl		5
Tempo de Eclusagem (minutos)	Tecl		60
Tempo de Desmenbramento e formação	Tdf	(28)	0
T. de Desmenbramento e formação/eclusa (h)	Tdf		0
Tempo em Porto e Parado	Tp	(29)	19,2
Tempo de espera	Tesp		0
Tempo fora de operação	Tfop		0
Tempo de carregamento (h)			9,6
Tempo de descarregamento (h)			9,6
Custo Total por Viagem (Cn+Cp)	Ctv		26191,74
Custo Navegando=(C "fixos"+Col*Ftop)*tn+Cuv	Cn	(31)	24168,92
Custo "fixos"=(Cc+Cs+Ctr+Ca+Cad+Cmr)/Aop			2528,52
C. comb/lubr na viagem redonda (Col*Ftop*Tn)		(31)	12369,15
Ano Operacional (dias/ano)	Aop		270
Fator de tempo de operação	Ftop		1
Custo Parado=(C "fixos"+Outros)*Tp+Ccp+Cpt	Cp	(31)	2022,82
Custo de combustível parado	Ccp	(30)	116,12
Número de Viagens por ano = Aop/Tt	Nv		49,4
Frete			
Frete = (1+L)*[Ctv/(d*W)] (R\$/(t*km))	F	(32)	0,0176
Lucro	Lu		5%

Observe-se pelo valor do frete que ele se encontra dentro dos praticados internacionalmente (0,0176 R\$/t*km ou 0,0104 US\$/t*km). A CESP (1996) /08/ estabelece o frete entre 0,010 e 0,019 US\$/(t*km), enquanto IPT (1990) /22/ apresenta valores entre 0,0074 e 0,0200 US\$/(t*km). Diante desses resultados, pode se ressaltar que:

- a divisão dos custos do transporte fluvial nos itens propostos (capital, seguro, tripulação, alimentação, manutenção e reparo, administração, óleo combustível e lubrificantes e miscelânea, uso da via e portos e terminais), é realista e mostra-se adequada, pois contribui para análise e tomada de decisões de onde atuar para buscar diminuição de preço e melhor qualidade nos serviços de transporte;
- o uso de modelo que considera separadas as potências do MCP e MCA, para determinação de custos de maquinarias é mais realista que considerar a soma das potências. Nesse modelo, considera-se os preços recentes de motores, caixas redutoras, conjunto motor/gerador e elementos diversos de propulsão;
- as formulações estabelecidas para os diversos custos refletem a realidade dos gastos levantados de 1996 em diante nas empresas que constróem e operam na Hidrovia Tietê-Paraná.

A Tabela 19 mostra o valor relativo de cada item de custo, para o comboio do Rio Tietê, mostrando custos que mereçam maior atenção administrativa e controle.

Tabela 19 – Valores relativos para os itens de custo para o comboio do Rio Tietê

ITENS	VALOR (\$)	Valor/viag	%do C.Total
Preço do veículo	2500929,5		
Custo de Capital	254725,2	5157,4	19,69
Custo de Seguro	50018,6	1012,7	3,87
Custo de Tripulação	187790,4	3802,2	14,52
Custo de Alimentação	18067,5	365,8	1,40
Custo de Administração	97988,9	1984,0	7,57
C. Manutenção e Reparo	74110,3	1500,5	5,73
C. Combustível e Lubrificante	12369,2	12369,2	47,23
Custo do Uso da Via	0,0	0,0	0,00
Custo do Porto	0,0	0,0	0,00
Custo Total por Viagem	26191,74		100,00

Note-se pelos valores da Tabela 19:

- o item Custo de Combustível e Lubrificantes tem valor relativo muito grande; representa, praticamente, a soma dos valores de todos os demais custos, e portanto, deve merecer atenção especial. Nos anos 1980, vários armadores da região

- amazônica instalaram equipamentos de controle (medidores de combustível) para evitar eventuais extravios que pudessem ocorrer;
- os custos de capital e tripulação representam valores significativos. No entanto, a busca de mão de obra com pouca qualificação, nos casos conhecidos, tem resultado em sérios problemas de operação e manutenção, tendo comprometido a qualidade do serviço;
 - o custo de administração está na faixa usada pelas empresas, situado entre 7 e 10% do faturamento anual, conforme apresentado no item III.3.6.

Assim, utilizando os valores propostos para determinação de custos de uso da via e portos e terminais, ou sejam:

- R\$0,05 por tonelada de capacidade e por eclusa (em 1996 a CESP propôs uma cobrança de R\$0,10 por tonelada por eclusa); e
- R\$0,136/tonelada transbordada (representa 10% dos preços praticados pelo Porto de Paranaguá) e R\$21,00/hora para o comboio,

obtém-se os valores apresentados na Tabela 20.

Tabela 20 – Valores relativos incluindo custo de uso da via e portos e terminais

ITENS	VALOR (\$)	Valor/viag	%do C.Total
Preço do veículo	2500929,5		
Custo de Capital	254725,2	5157,4	18,74
Custo de Seguro	50018,6	1012,7	3,68
Custo de Tripulação	187790,4	3802,2	13,82
Custo de Alimentação	18067,5	365,8	1,33
Custo de Administração	97988,9	1984,0	7,21
C. Manutenção e Reparo	74110,3	1500,5	5,45
C. Combustível e Lubrificante	12369,2	12369,2	44,94
Custo do Uso da Via	600,0	600,0	2,18
Custo do Porto	729,6	729,6	2,65
Custo Total por Viagem	27521,34		100,00
Frete=CTT/(W*d) (R\$/t*km))	0,0185		

Comparando as Tabelas 19 e 20 constata-se um acréscimo de aproximadamente 5% nos custos. Esse aumento decorre dos custos causado pelo uso da via e portos e terminais, considerados nulos na Tabela 19. Mesmo que o custo de uso da

via seja nulo, que é a realidade atual nas hidrovias brasileiras, pois não são cobradas taxas pelo seu uso, os custos de portos e terminais não devem ser nulos. Nos portos e terminais, tanto nos públicos como privados, são cobradas taxas pelo uso do berço de atracação e dos equipamentos de transbordo, ou então, há a necessidade de se recuperar o capital investido nesses elementos, no caso da própria transportadora possuir os terminais.

V.2. COMBOIO AREIEIRO

Neste outro exemplo, efetua-se a aplicação dos modelos desenvolvidos a um comboio areieiro formado por um empurrador e uma chata. Esse tipo de veículo está presente na maioria dos rios brasileiros, especialmente nos Rios Tietê, Paraná, Paranaíba e Grande.

	Chata	Empurrador
Comprimento total	46,0 m	09,0 m
Boca Moldada	08,5 m	05,0 m
Pontal	02,5 m	02,2 m
Calado de Projeto	02,1 m	01,5 m
Motores Principais		2 x 360 CV
M de Acionamento da Bomba	360 CV	
Capacidade de Carga (DWTc)	330 m ³	
Quant. de Carga Transportada (W)	330 m ³	
Tempo de operação diário (Top)	12 a 24 horas/dia	
Número de Viagens/dia	2 (normalmente)	

A Tabela 21 mostra as características do veículo usado. Um dos motores referidos como MCP é usado para acionamento da bomba de sucção, como é comum nesse tipo de veículo.

Tabela 21 – Características e custo de um comboio areeiro

		Expressão	
Preço de veículos Hidroviários (R\$)	Pv	-	1058543
Empurrador/Autopropelido		-	645647
Constante (para casco)	Ke	-	0,14
Constante (para casaria)	Ke	-	0,07
Comprimento (m)	L	-	9,0
Boca (m)	B	-	5,0
Pontal (m)	D	-	2,2
Comprimento da casaria (m)	0	-	8,5
Boca da casaria (m)	0	-	3,0
Pontal da casaria (m)	0	-	2,1
Potência de MCP (CV)	360	-	1080
Quantidade de MCP	3	-	
Potência de MCA (CV)	0	-	0
Quantidade de MCA	0	-	
Peso de aço = $Ke \cdot L \cdot B \cdot D$ (do casco)	Paço	(8)	8,60
Peso de aço = $Ke \cdot L \cdot B \cdot D$ (das casarias)	Paço	(8)	2,77
Preço de aço = $3,84 \cdot Paço$	3,84	(12)	43655
Preço Maquinaria = Pr MCP + Pr MCA	-	-	601992
Preço de MCP = $557,4 \cdot Pmcp$	560	(15)	601992
Chatas		-	412896
Constante (para casco)	Ke	-	0,11
Comprimento (m)	L	-	46,0
Boca (m)	B	-	8,5
Pontal (m)	D	-	2,5
Peso de aço = $Ke \cdot L \cdot B \cdot D$ (do casco)	Paço	-	107,525
Preço de aço = $3,84 \cdot Paço$	3,84	(12)	412896
Quantidade de chatas	1	-	-

A Tabela 22 mostra os valores usuais adotados e os resultados obtidos, por meio dos modelos desenvolvidos, para o comboio areeiro.

Tabela 22 – Dados usados e valores obtidos para comboio areeiro

Tempo para Retorno do Capital (anos)	n	-	15
Taxa de Juros Usada (a.a.)	i	-	0,12
Número de Tripulantes	Nt	-	3
Salário Médio da Tripulação (R\$)	SM	-	737
Capacidade de Carga por chata (DWTc)	DWTC	m^3	330
Cadência Horária de Embarque (m^3/h)	Che	-	220
Cadência horária de desembarque (m^3/h)	Chd	-	220
Velocidade de Operação (Km/h)	V	-	16
Distância (Km)	d	-	32

Número de Eclusas	Necl	-	1
Ano Operacional (dias/ano)	Aop	-	350
Tempo Total de Viagem (h)	Tt	-	
Tempo Total de Viagem (dias)		-	
Tempo Navegando ou Viajando (horas)	Tn	(28)	12,00
Tempo em Viagem (horas) (ida e volta)		-	4,00
Tempo de Eclusagem (horas) (ida e volta)	Tecl	(28)	2,00
Tempo Fora de Operação	Tfop	(29)	6,00
Tempo em Porto e Parado	Tp	(29)	6,00
Custo Navegando	Cn	(31)	
Custo Parado	Cp	(31)	
Número de Viagens por ano = Aop/Tt	Nv	-	700,00
ITENS	VALOR (\$)	Valor/viag	%do C.Total
Preço do veículo	1058543,3		
Custo de Capital	155419,8	222,0	14,87
Custo de Seguro	21170,9	30,2	2,03
Custo de Tripulação	83575,8	119,4	7,99
Custo de Alimentação	6022,5	8,6	0,58
Custo de Administração	44011,3	62,9	4,21
C. Manutenção e Reparo	36148,3	51,6	3,46
C. Combustível e Lub.	875,9	875,9	58,65
Custo do Uso da Via	33,0	33,0	2,21
Custo do Porto	89,8	89,8	6,01
Custo Total por Viagem	1493,49	1493,49	100,00
Frete=CTT/W (RS/m³)	4,53		

Assim, para o comboio areieiro, tem-se:

- o custo de combustível representa 58,65% do custo total por viagem, indicando a necessidade de se buscar embarcações com melhores formatos hidrodinâmicos, exatamente o contrário do que ocorre na prática, onde se nota pouca preocupação com esse aspecto;
- a embarcação opera 18 h/dia, pois no período noturno não se tem como extrair areia, indicando uma operação ineficiente, quando comparado com as que operam 24 h/dia. Nesse caso, o impacto de combustível seria ainda maior;
- os itens de custo tem grande proximidade com o real, como era de se esperar, pois foram determinados a partir das observações realizadas. Podem ser estendidos para veículos semelhantes.

CAPÍTULO VI

CONCLUSÕES

VI.1. COMENTÁRIOS FINAIS

O problema de avaliação de projeto de transportes tem esbarrado, na maioria das vezes, na falta de modelos que permitam realizar uma análise econômica-financeira confiável, para o segmento de transporte fluvial. Na realidade, o uso do transporte hidroviário fluvial no Brasil, fora da região amazônica, é recente e data de 1985 para frente nas principais hidrovias (Tietê-Praná, Tocantins-Araguaia e Madeira). Na região amazônica predomina os transportes combinados, carga e passageiros. O desenvolvimento de um modelo para determinação de custos de transportes, com valores atuais, praticados por empresas construtoras e operadoras desse segmento, permite que se preencha essa lacuna.

Ao longo do trabalho, apresentou-se alguns aspectos de projeto de embarcações fluviais que as fontes existentes tratam de forma superficial ou ignoram, por enfatizar embarcações de longo curso, segmento mais tradicional e rentável, em termos de geração de empregos e número de veículos. Práticas usuais, como construção de modelos reduzidos para testes em tanques de provas, custos menores de materiais estruturais devido à grande quantidade empregada na construção de um veículo, não é possível, no segmento fluvial, por motivos de tempo, custos e pequeno porte, em comparação aos navios de longo curso.

Além disso, os modelos existentes (ver item II.2.8.) para cálculo de custos têm formulações adequadas para o hidroviário de longo curso, tratando cada item como um percentual do preço do veículo, prática esta completamente inadequada para o setor fluvial. Estudos realizados no IPT, a partir de 1975, nortearam e criaram procedimentos que foram incorporados no segmento fluvial e que foram adaptados e melhorados, para cálculo dos custos. Em função da realidade econômica que o Brasil viveu nesse período, principalmente a necessidade de aumentar produção e exportação

de grãos e minérios, setores que necessitam de veículos com grande capacidade de carga têm solicitado métodos mais adequados e realistas.

A inclusão de custos de uso da via e de portos e terminais, ignorados em trabalhos da área, contribui para que o modelo seja mais realista que os anteriores e permita às empresas transportadoras considerar sua real incidência, não os agrupando junto com custos administrativos, como era feito comumente.

VI.2. CONCLUSÕES PRINCIPAIS

Diante dos comentários expostos é possível, agora, estabelecer as principais conclusões do trabalho, quais sejam:

- os levantamentos dos custos de construção de embarcações segundo os procedimentos estabelecidos pelo MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES-ORDEM DE SERVIÇO Nº 05 (OS-5) de 1982, mostram-se adequados para o transporte fluvial e condiz com a realidade atual da construção de embarcações;
- a formulação $P_{EST} = 3,84 * P_{aço}$, fornece bons resultados para embarcações construídas na região da Hidrovia Tietê-Paraná;
- a formulação $P_{maq} = 557,4 * P_{MCP} + 912,1 * P_{MCA}$ fornece resultados compatíveis com a realidade para as embarcações regionais do Tietê-Paraná;
- os modelos de cálculo propostos neste trabalho para determinação dos custos de construção do veículo, de transporte fluvial e de frete, podem ser aplicados às demais hidrovias brasileiras, pois os custos de materiais e equipamentos serão os mesmos, conforme contatos mantidos com fornecedores, bem como de outros itens (mão de obra, óleos, alimentação, etc);

- os valores de frete calculados pelo modelo estabelecido coincidem com os apresentados na bibliografia especializada e com os praticados pelas transportadoras fluviais:
 - $12,00 \pm 0,50$ R\$/t, entre Pederneiras (SP) e São Simão (GO). O calculado é $0,0177*650 = 11,51$ R\$/t pelo custo; ou $0,0185*650 = 12,03$ R\$/t, assumindo-se lucro de 5% para o cálculo do frete;
- para as embarcações areieiras consideradas (comboio formado por um empurrador e uma chata), o frete calculado é $4,53$ R\$/m³ (vide Tabela 22), que também coincide com os praticados pelos areieiros da região. O custo para extração (incluindo transporte do local de sucção até o porto) de areia dessas empresas é dado por: $4,20 \pm 0,30$ R\$/m³;
- o item Custo de Combustível e Lubrificantes tem valor relativo muito grande (45 a 59% do custo total por viagem redonda, aproximadamente); representa, praticamente, a soma dos valores dos demais custos, tanto para o comboio típico como o areieiro de 330 m³;
- os custos de capital e tripulação atingem valores relativos significativos (20 e 15% do custo total por viagem redonda, respectivamente), representando o segundo e o terceiro maiores valores de custos;
- o uso de comboios com 4 (quatro) chatas, com formação duas a duas e com potência de 430 CV, para velocidade de 12 km/h, seria o melhor, em termos de custo, pois o frete seria de $0,0137$ R\$/ (t*km), tomando-se um tempo de desmembramento de 4 horas em cada eclusa simples e 8 horas nas de duas câmaras. Para esse cálculo, utilizou-se todas as demais condições apresentadas na Tabela 17 (custo de cada chata, tripulação e demais itens). Essa seria a condição operacional no trecho Pederneiras (SP) a São Simão (GO), com melhorias na via, principalmente aumentando largura dos vãos de ponte, conforme recomendações do MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES-DHI (1998) /33/. Tem-se verificado exatamente o oposto a isso, pois estão construindo proteções para os pilares das pontes e tornando o vão livre ainda menor.

VI.3. SUGESTÕES PARA FUTURAS PESQUISAS E RECOMENDAÇÕES

Face às conclusões e comentários emanados deste trabalho, seguem-se os seguintes tópicos para o prosseguimento do estudo:

- realização de ensaios em tanque de prova com modelos reduzidos de embarcações típicas, para determinar a influência na resistência total ao avanço, de cascos com uma quina, duas quinas e bojo (forma arredondada entre fundo e costado);
- condução de estudos que considere o Grupo de Acabamento, conforme a OS-5, levantando materiais adequados, índices de preço e homem hora para instalações, principalmente para empurradores, tendo em vista que a maioria das embarcações são tripuladas para viagens de média e longa duração.

Recomenda-se que para embarcações miúdas (não classificada e não GEV – Grupo Especial de Vistorias), conforme NORMAM 02 (1998) /31/, o Ministério da Marinha deve exigir, também, um desenho único contendo Plano de Balisas e Tabela de Cotas, Seção Mestra com os respectivos escantilhões, Perfil, com posição de anteparas transversais e superestruturas. Isso facilitaria as vistorias realizadas pela própria Marinha, através das Capitánias dos Portos.

ANEXOS

ANEXO 1 – Memorial Descritivo

1 - IDENTIFICAÇÃO DA EMBARCAÇÃO

1.1 - Armador

-Nome: **TESE DE DOUTORADO LTDA**
 -Nacionalidade: **Brasileira**
 -Endereço: **Rua da Felicidade, 100 – Tietê-Paraná/SP**
 -CEP: **10000-000** Tel.: **(01) 111-1177**
 -CGC: **10.100.100/0001-00**

1.2 – Construtor

-Nome: **Hilton Aparecido Garcia** CPF: **100.100.100-10**
 -Nacionalidade: **Brasileira**
 -Endereço: **Sítio da Margem-Margem Esquerda do Rio Tietê - Tietê-Paraná (SP)**
 -CEP: **11000-000** Tel.: **(01) 100-1100**
 -CREA: **0600600604**

1.3 - Projetista/Responsável pelo Projeto:

-Nome: **Hilton Aparecido Garcia** CPF: **100.100.100-10**
 -Nacionalidade: **Brasileira**
 -Endereço: **Sítio da Margem-Margem Esquerda do Rio Tietê - Tietê-Paraná (SP)**
 -CEP: **11000-000** Tel.: **(01) 100-1100**
 -CREA: **0600600604**

1.4 - Dados do Contrato de Construção

-Nome da Embarcação: **TIETÊ-PARANÁ I**
 -Classificação: **Interior/Passageiro/Com propulsão**
 -Tipo de Embarcação: **Passageiro (TIPO B; ÁREA 1)**
 -Porto de Registro: **Tietê-Paraná (SP)**
 -Ano de Construção: **1999** Ano de Modificação:
 -Porte Bruto: **017,000 t**
 -Arqueação Bruta: **124,25**
 -Arqueação Líquida: **050,05**

2 - CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DO CASCO

-Comprimento Total: **25,500 m**
 -Comprimento entre Perpendiculares: **23,625 m**
 -Boca Moldada: **06,000 m**
 -Pontal Moldado: **02,200 m**
 -Calado Moldado de Projeto: **00,600 m**
 -Deslocamento Leve: **48,000 t**
 -Deslocamento Carregado: **65,000 t**
 -Contorno: **09,900 m**

3 - CARACTERÍSTICAS DA ESTRUTURA

3.1 - Material

-Casco:	Aço (ASTM A131 B)
-Convéses:	Aço (ASTM A131 B)
-Anteparas:	Aço (ASTM A131 B)
-Superestruturas:	Aço (ASTM A131 B)
-Casarias:	Aço (ASTM A131 B)

3.2 - Tipo de Estrutura do Casco: Transversal

4 - CARACTERÍSTICAS DE COMPARTIMENTAGEM

-Localização das Superestruturas:	Ao Longo da Embarcação
-Localização da Praça de Máquinas:	A Ré
-Número de Anteparas Transversais Estanques:	04
-Número de Anteparas Longitudinais Estanques:	0
-Número de Convéses Abaixo do Convés Principal:	0
-Número de Convéses de Superestrutura:	01
-Número de Casarias:	0
-Dimensões das Superestruturas e Casarias:	

Descrição	Comprimento (m)	Largura (m)	Altura (m)
Superestrutura	16,000	4,400	2,000

5 - CARACTERÍSTICAS DE CUBAGEM

-Volume total: - Granel:	000,000 m ³
-Número de Porões de Carga:	
-Capacidade de Lastro:	5,000 t
-Capacidade de Óleo Comb. MCP:	500 litros
-Capacidade de Óleo Diesel MCA:	
-Capacidade de Óleo Lubrificante:	
-Capacidade de Água Doce:	0800 litros
-Capacidade de Água Bruta:	2000 litros

6 - TRIPULAÇÃO E PASSAGEIROS

-Tripulação:	04 pessoas	-Extra Rol:	00 pessoas
-Passageiros:	150 pessoas		

LOCAL:

-Convés Superior:	60 pessoas
-Convés Principal:	94 pessoas

7 - REGULAMENTOS NACIONAIS QUE A EMBARCAÇÃO DEVE ATENDER

-Leis e Normas da Marinha do Brasil para Navegação Interior.

8 - CARACTERÍSTICAS DE PROPULSÃO

8.1 - Tipo de Propulsão

-Motor Diesel: Mercedes Benz
-Quantidade: 02
-Potência Máxima Contínua: 150 CV
-Rotação Correspondente: 2400 rpm
-Modelo: OM-352 – 6 cilindros
-Combustível: Diesel

8.2 - Caixa Redutora

-Quantidade: 2
-Razão de Redução: 2 : 1
-Modelo: ZF HSW 630 H1

8.3 - Propulsor

-Quantidade: 2
-Tipo: Hélice; B-TROOST 4.70; ϕ =500 mm; P/D=0,80

8.4 - Características de Serviço da Embarcação

-Velocidade de Serviço: 18 km/h
-Raio de Ação: 190 km

9 - GERAÇÃO DE ENERGIA

9.1 - Acionamento do Equipamento Principal

-Motor: YANMAR
-Quantidade: 01
-Potência Máxima Contínua: 33 CV
-Rotação: 2600 rpm
-Modelo: RD 33

9.2 - Geradores

-Quantidade: 01
-Tipo: CA, trifásico, 220 V, 60 Hz
-Potência: 25 kVA

9.3 – Baterias	MCA	MCP
-Quantidade:	1	2
-Tipo:	CC	CC
-Capacidade:	120 A.h	120 A.h
-Reserva de Capacidade:		

10. EQUIPAMENTOS DE CARGA

10.1 Bombas de Carga

- Quantidade:
- Tipo:
- Capacidade:
- Acionamento:

11 - EQUIPAMENTOS DE GOVERNO

11.1 - Máquina do Leme

- Quantidade: 1
- Tipo de Acionamento: Mecânico

11.2 - Leme

- Quantidade: 2
- Tipo: chapa/compensada
- Área aproximada: 0,30 m²

12 - EQUIPAMENTOS DE AMARRAÇÃO E FUNDEIO

12.1 - Molinete

- Quantidade:
- Tipo de Acionamento:
- Capacidade:

12.2. Cabrestantes

- Quantidade: 1
- Tipo de Acionamento: Manual
- Capacidade: 500 kg

12.3 - Âncoras

- Quantidade: 1
- Peso: 50 kg

13 - EQUIPAMENTOS DE SALVATAGEM

13.1 - Balsas Salva-Vidas

- Quantidade: 8
- Tipo: Aparelho Flutuante
- Classe: III
- Capacidade: 20 pessoas

13.2 - Bóias Salva-Vidas

-Quantidade Total:	03	
-Auto Iluminativa:	00	Classe:
-Com Retinida:	03	Classe: III

13.3 - Coletes

-Quantidade Total:	162	
-Tamanho Grande:	162	Classe: III
-Tamanho Médio:		Classe:
-Tamanho Pequeno:		Classe:

14 - EQUIPAMENTOS DE COMBATE A INCÊNDIO

14.1 - Extintores

TIPO	CONV.PRIN P.MÁQ.	COZ/COPA	COMANDO
CO ₂	01 (B2)	03 (B2/B4/C2)	01 (B2) 01 (C2)
PÓ QUÍMICO	-	-	-
ÁGUA PRES.	-	-	-

obs: (*) Indica a classe do extintor. B2 ou C2 de 6 kg e B4 de 12 kg.

14.2 - Bombas

	QUANTIDADE	ACIONAMENTO	CAPACIDADE
Incêndio(3CV)	1	Elétrico	15 m ³ /h
Emergência(1CV)	-	-	-
Serviços(3CV)	-	-	-
Transf. d'água(0,5CV)	-	-	-

15. EQUIPAMENTOS DE ESGOTO, LASTRO E ANTIPOLUIÇÃO

15.1 Equipamentos de Esgoto

- Quantidade:
- Tipo:
- Capacidade:

16 - EQUIPAMENTOS NÁUTICOS

- Agulha Magnética:
- Ecobatímetro: 1
- Indicador do Ângulo do leme:
- Lanterna Portátil: 1

-Binóculo:	1
-Buzina:	1
-Prumo de mão:	1
-Limpador de parabrisas:	1
-Alarme de alta temperatura:	1
-Alarme de baixa pressão o. lubr:	1
-Fonoclama:	1
-Caixa de 1º Socorros:	1 nº 1 (Anexo 4 C 1)
-Artef. Pirotécnicos:	2 sinais estrela vermelha + 2 sinais perigo diurno/noturno
-Sino:	1

17 - EQUIPAMENTOS DE RÁDIO

17.1 - Equipamento Principal

-Modelo:	1
-Tipo de Transmissão:	VHF
-Potência de Saída:	20 W

18 - LOCAL, DATA E ASSINATURA

TIETÊ-PARANÁ, 10 DE MARÇO DE 2000.

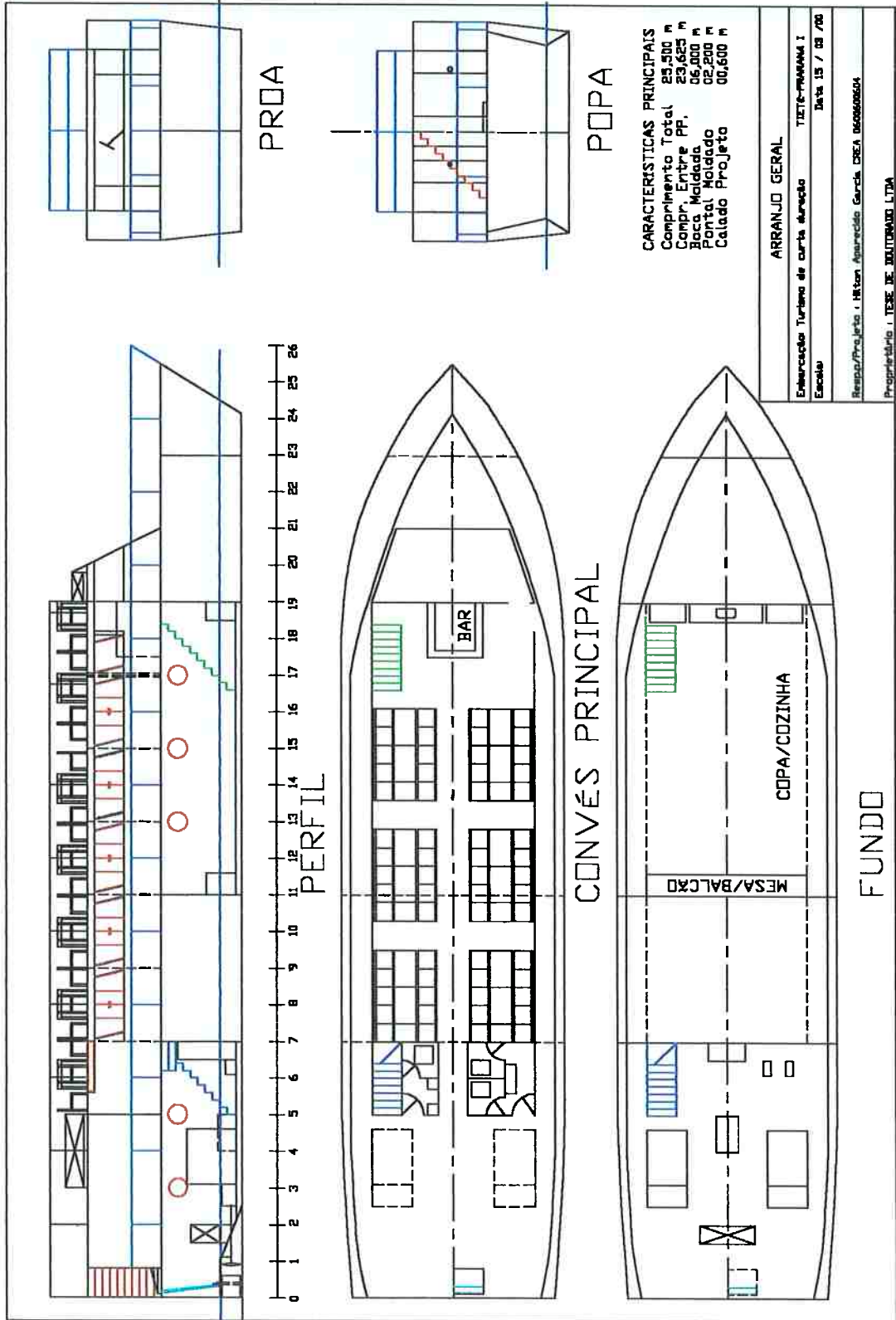
Projetista: Hilton Aparecido Garcia
CREA: 0600600604

Construtor: Hilton Aparecido Garcia
CREA: 0600600604

Armador: TESE DE DOUTORADO LTDA
CGC: 10.100.100/0001-00

ANEXO 2 – Plano de Linhas

ANEXO 3 – Plano de Arranjo Geral



PRÓA

POPA

CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS
 Comprimento Total 25,500 m
 Compr. Entre PP. 23,455 m
 Boca Máxima 06,000 m
 Pontal Máximo 02,200 m
 Catado Projeto 00,600 m

ARRANJO GERAL	
Estabelecimento Turismo de carta alçada	TIETE-PRIMARIA I
Escala	Data 15 / 03 / 00
Tempo/Projeto : 18 dias / Autoridade : Gerência : CREA 06609065/04	
Proprietário : TESE DE MULTIMÉDIA LTDA	

CONVÉS PRINCIPAL

FUNDO

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26

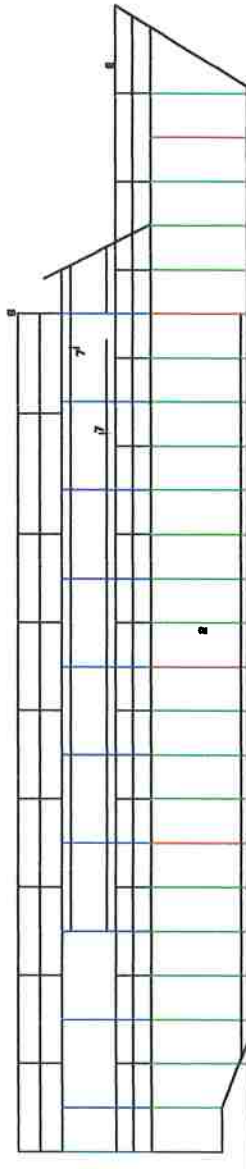
PERFIL

COPA/COZINHA

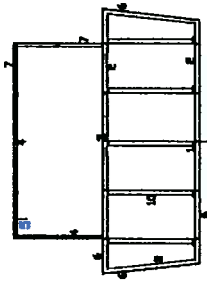
MESA/BALCÃO

BAR

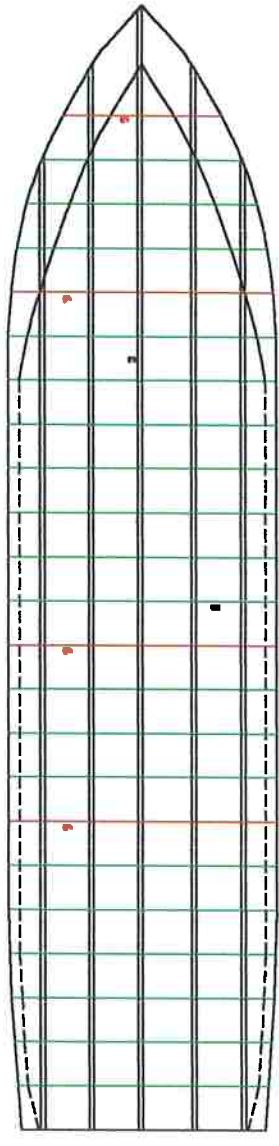
ANEXO 4 – Plano Estrutural e Seção Mestra



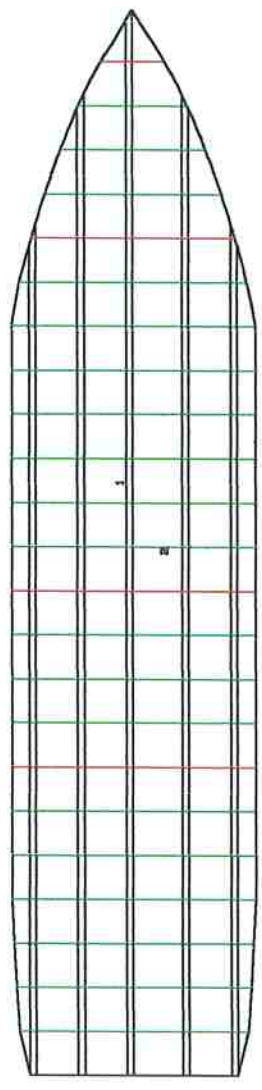
PERFIL



SEÇÃO MESTRA



CONVÉS PRINCIPAL



FUNDO

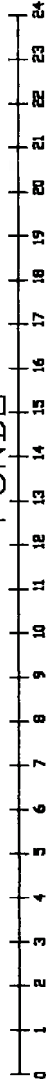


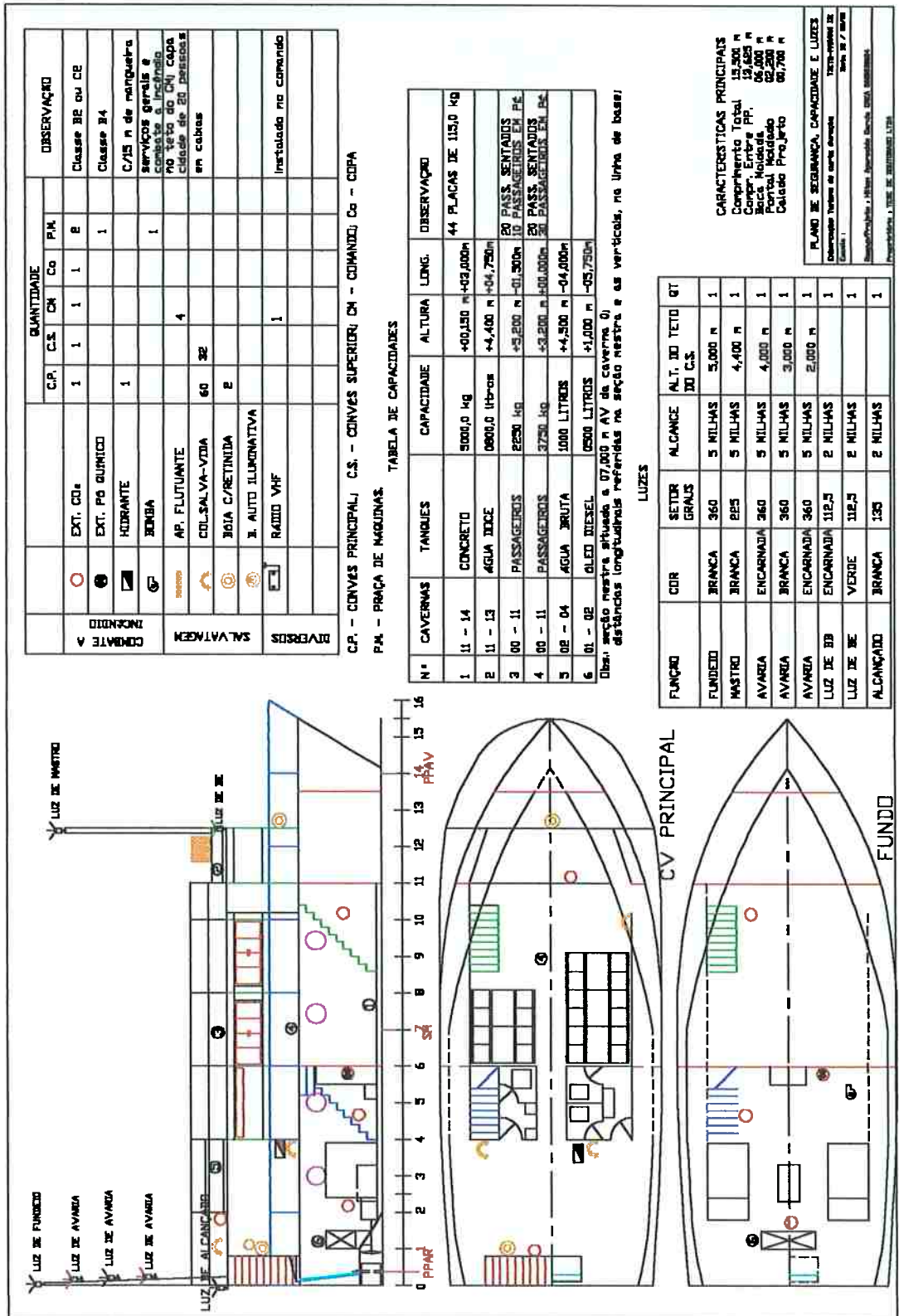
TABELA DE MATERIAL

Nº	ELEMENTO	DESCRIÇÃO	DIMENSÕES
1	lengthudnal funi cantoneira	6"x6"x3/8	
2	cavernas/rais	barra chata	4"x83/8
3	lengthudnal com cantoneira	barra chata	4"x4"x1/4
4	per-fl	cantoneira	3"x2"x1/4
5	cavernas	barra chata	2,5"x1/4
6	chapa		1/4
7	chapa		1/2
8	balaustrada	tubo	4"x4"x1/4
9	antepara	chapa	1/4
10	prumo/antepara	cantoneira	4"x4"x1/4

Comprimento Total 25,500 m
 Comprimento entre pp 23,625 m
 Boca Moldada 06,000 m
 Pontal moldado 02,200 m
 Calado Carregado 00,600 m

ESTRUTURAL E SEÇÃO MESTRA	
Descrição	Turmas de curso estrutural
Escala	1:100
TIETÉ-PRONAL I	
Data 15 / 03 / 00	
Respost/Projeto : Hélen Aparecida Garcia CREA 060660004	
Proprietário : TEBE DE SOLTAIADA LTDA	

ANEXO 5 – Plano de Capacidade, Segurança e Luzes de Navegação



ANEXO 6 – Listagem dos Elementos Hidrostáticos

H (m)	∇ (m ³)	Δ (t)	LCB (m)	VCB (m)	Awl (m ²)	LCF (m)	MT1 (t*m)	KMt (m)
0,200	21,198	21,198	-0,838	0,100	107,843	-0,889	1,689	11,907
0,300	32,068	32,068	-0,862	0,151	109,537	-0,925	1,725	8,179
0,400	43,182	43,182	-0,900	0,202	111,238	-0,961	1,761	6,332
0,450	48,822	48,822	-0,919	0,228	112,093	-0,979	1,779	5,725
0,500	54,517	54,517	-0,939	0,254	112,950	-0,997	1,797	5,244
0,550	60,268	60,268	-0,959	0,280	113,809	-1,016	1,816	4,856
0,600	65,810	65,810	-0,934	0,305	121,485	-1,650	2,077	4,691
0,650	71,898	71,898	-0,993	0,332	121,962	-1,632	2,088	4,382
0,700	78,011	78,011	-1,042	0,359	122,440	-1,613	2,099	4,123
0,750	84,148	84,148	-1,083	0,386	122,920	-1,594	2,109	3,904
0,800	90,310	90,310	-1,116	0,412	123,401	-1,576	2,120	3,717
0,850	96,496	96,496	-1,145	0,439	123,884	-1,557	2,131	3,558
0,900	102,707	102,707	-1,168	0,465	124,369	-1,538	2,141	3,420
1,000	115,204	115,204	-1,205	0,518	125,343	-1,501	2,162	3,196
1,100	127,800	127,800	-1,231	0,570	126,323	-1,463	2,183	3,025
1,200	140,498	140,498	-1,249	0,622	127,309	-1,425	2,203	2,893
1,300	153,297	153,297	-1,260	0,675	128,302	-1,387	2,223	2,791
1,400	166,186	166,186	-1,268	0,727	129,295	-1,350	2,241	2,712
1,500	179,165	179,165	-1,272	0,780	130,301	-1,312	2,259	2,652
1,600	192,245	192,245	-1,274	0,832	131,314	-1,274	2,275	2,606
1,700	205,425	205,425	-1,273	0,884	132,332	-1,236	2,299	2,573
1,800	218,708	218,708	-1,269	0,937	133,358	-1,197	2,336	2,550
1,900	232,092	232,092	-1,264	0,990	134,390	-1,159	2,370	2,536
2,000	245,580	245,580	-1,258	1,042	135,428	-1,121	2,404	2,529
2,100	259,171	259,171	-1,250	1,095	136,474	-1,082	2,437	2,528
2,200	272,866	272,866	-1,241	1,148	137,525	-1,043	2,469	2,532

H – calado;

∇ - volume de deslocamento;

Δ - deslocamento;

LCB – posição longitudinal do centro de carena;

VCB – posição vertical do centro de carena;

Awl – área da linha d'água;

LCF – posição longitudinal do centro de flutuação;

MT1 – momento para mudar o trim de 1 centímetro;

KMt – altura do metacentro.

Volume de deslocamento (∇): é o volume moldado ocupado (deslocado de água) pela parte imersa do casco;

Deslocamento (Δ): é a massa (peso) total da embarcação;

Posição longitudinal do Centro de Carena (LCB): a carena representa o centro geométrico da parte imersa do casco; representa o ponto de atuação da força empuxo. É normalmente medida a partir da seção mestra ou meia nau;

Posição vertical do Centro de Carena (VCB ou KB): distância do centro de carena até a linha de base;

Posição Transversal do Centro de Carena (TCB): distância do centro de carena até o plano de simetria. Para embarcações simétricas, que são as mais usadas, esse valor é nulo;

Área da linha d'água (Awl): é a área do plano de flutuação, da linha d'água. Observe o plano de linha d'água no Anexo 2, cada "curva" representa uma linha d'água, essa é a área representada;

Posição longitudinal do Centro de Flutuação (LCF): o centro geométrico da linha d'água representa o centro de flutuação; a embarcação tem o movimento de arfagem ("pitching") (imersão proa e emergência popa ou o contrário) em torno de um eixo perpendicular ao plano de flutuação e passa pelo centro de flutuação. Elemento importante no estudo de estabilidade longitudinal e equilíbrio de peso;

Momento para Mudar o Trim de um Centímetro (MT1): momento necessário para fazer a embarcação tomar trim (diferença de calados da proa e da popa) de 1 centímetro. Elemento importante no equilíbrio de peso longitudinal;

Altura do Metacentro (KMt): o metacentro é o raio de giração, eixo em torno do qual ocorre o movimento de jogo (imersão de um bordo e emergência do outro). É medido a partir da linha de base. Elemento fundamental no equilíbrio transversal da embarcação.

ANEXO 7 – Listagem dos Elementos das Curvas Cruzadas de Estabilidade (CCE)

$\theta = 5$ Graus		$\theta = 10$ Graus		$\theta = 15$ Graus	
Δ	GZo	Δ	GZo	Δ	GZo
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
8,362	1,613	5,016	2,112	4,065	2,251
37,122	0,630	25,541	1,421	21,669	1,754
71,870	0,377	62,391	0,836	55,445	1,285
109,007	0,288	105,967	0,589	103,531	0,901
147,292	0,248	151,718	0,492	156,755	0,736
186,464	0,229	198,812	0,454	207,744	0,628
226,551	0,222	240,494	0,380	244,863	0,477
261,447	0,173	265,289	0,258	266,319	0,348
272,837	0,100	272,837	0,199	272,837	0,297
$\theta = 20$ Graus		$\theta = 25$ Graus		$\theta = 30$ Graus	
Δ	GZo	Δ	GZo	Δ	GZo
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3,684	2,288	3,534	2,276	3,508	2,231
20,372	1,913	20,188	1,992	20,655	2,028
53,190	1,545	53,364	1,711	55,092	1,826
102,040	1,212	103,675	1,450	106,301	1,606
161,158	0,959	162,057	1,130	161,081	1,271
211,002	0,748	211,673	0,852	210,904	0,949
246,367	0,567	246,681	0,655	246,353	0,740
266,668	0,440	266,737	0,530	266,656	0,616
272,837	0,393	272,837	0,485	272,837	0,574
$\theta = 35$ Graus		$\theta = 40$ Graus		$\theta = 45$ Graus	
Δ	GZo	Δ	GZo	Δ	GZo
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
3,570	2,163	3,706	2,076	3,918	1,975
21,604	2,038	23,015	2,032	24,959	2,017
58,082	1,915	61,892	1,976	65,267	1,990
108,342	1,694	109,971	1,740	111,313	1,756
160,119	1,369	159,281	1,436	158,545	1,478
209,181	1,040	206,708	1,125	204,074	1,198
245,591	0,820	244,474	0,895	243,013	0,964
266,476	0,698	266,213	0,775	265,869	0,846
272,837	0,658	272,837	0,738	272,837	0,812

θ - ângulo de banda da embarcação, em graus

Δ - deslocamento, em toneladas

GZo - braço de indireitamento, em metros

ANEXO 8 – Estudo de Pesos e Centros

ESTUDO DE PESO E CENTROS					
Navio : TIETÊ-PARANÁ I					
Condição: NAVIO LEVE					
Item	Massa	KG	LCG	Mom.Vertical	Mom.Longi
	(Kg)	(m)	(m)	(kg*m)	(kg*m)
Chapeamento do casco	18720,999	1,358	10,957	25420,205	205117,593
Anteparas	2582,856	1,116	9,250	2881,435	23891,421
Pisos (Copa e PM)	1963,676	0,200	11,000	392,735	21600,436
Cavernas/Vaus	2431,138	1,358	10,957	3301,107	26636,891
Longitudinais Fundo	2423,796	0,102	10,689	246,258	25907,955
Longitudinais Convés	1235,197	1,932	11,893	2386,400	14690,193
Prumos de Anteparas	416,944	1,025	9,250	427,368	3856,732
Outros Reforçadores	951,600	1,100	13,600	1046,760	12941,760
Eletrodos	900,000	1,700	10,957	1530,000	9861,300
Casaria	8206,520	3,935	10,225	32292,656	83915,332
Vidros da Casaria	329,820	3,600	14,000	1187,352	4617,480
Escadas	931,086	1,800	8,500	1675,954	7914,228
SUBTOTAL	41093,63				
Motores	1000,000	0,800	4,000	800,000	4000,000
Redutores	300,000	0,500	2,800	150,000	840,000
Eixos e Hélices	150,000	0,500	3,000	75,000	450,000
Gerador, QEP	200,000	0,750	5,500	150,000	1100,000
Mesas e Cadeiras	300,000	3,100	11,500	930,000	3450,000
Móveis	1000,000	2,800	17,500	2800,000	17500,000
Lastro Fixo	4300,000	0,081	20,000	405,000	100000,000
SOMA (Peso)	48343,63			78010,86	554330,12
KG Navio	1,614		KG Navio = M.Ver/Peso		
LCG Navio	11,466		LCG Navio = M.Lg/Peso		

Mom. Vertical (Momento Vertical) = (Massa*KG), de cada item

Mom. Longi (Momento Longitudinal) = (Massa*LCG), de cada item

KG Navio = KG – posição vertical do centro de gravidade do navio

$KG = \Sigma(\text{Mom. Vertical}) / \Sigma\text{Massa}$

LCG Navio = LCG – posição longitudinal do centro de gravidade do navio

$LCG = \Sigma(\text{Mom. Longi}) / \Sigma\text{Massa}$

ANEXO 9 – Curva de Estabilidade Estática (CEE)

ESTUDO DE PESOS E CENTROS					
Navio: TIETÉ-PARANÁ I					
Condição: a) e c): NAVIO CARREGADO (NORMAM 02)					
N. PASSAGEIROS =	150	90	Cv Principal		
		60	Cv Superior		
ITEM	Massa	KG	LCG	Mom/Vertical	Mom/Longit
	(Kg)	(m)	(m)	(kg*m)	(kg*m)
Navio Leve	48343,635	1,614	11,466	78010,858	554330,125
Água Potável (Cx)	800,000	4,450	19,500	3560,000	15600,000
Água Potável (Tq)	0,000	0,700	7,500	0,000	0,000
Água Bruta	2000,000	4,450	4,000	8900,000	8000,000
Óleo	500,000	1,000	1,750	500,000	875,000
Viveres	250,000	1,000	12,000	250,000	3000,000
Passageiros (Cv Princ)	6750,000	3,200	11,500	21600,000	77625,000
Passageiros (Cv Sup))	4500,000	5,200	12,000	23400,000	54000,000
Bagagem	0,000	3,200	11,500	0,000	0,000
SOMA	63143,63			136220,86	713430,12
KG Navio	2,157				
LCG Navio	11,299				

θ (GRAUS)	Gzo (m)	$GZ=Gz_0-KG*\text{SEN}(\theta)$ (m)	Mv (t*m)	Mg (t*m)	Mpass (t*m)	Bv+BG+Bpass (m)
0	0,000	0,000	4,6937	1,6721	23,5800	0,4742
5	0,441	0,253	4,6537	1,6721	23,4903	0,4722
10	0,824	0,449	4,5357	1,6721	23,2218	0,4661
15	1,224	0,665	4,3460	1,6721	22,7765	0,4560
20	1,477	0,739	4,0945	1,6721	22,1580	0,4422
25	1,660	0,749	3,7941	1,6721	21,3707	0,4250
30	1,791	0,713	3,4599	1,6721	20,4209	0,4047
35	1,893	0,655	3,1084	1,6721	19,3156	0,3816
40	1,970	0,583	2,7559	1,6721	18,0633	0,3562
45	1,991	0,466	2,4181	1,6721	16,6736	0,3288
50	1,974	0,322	2,1084	1,6721	15,1569	0,2999
55	1,937	0,169	1,8377	1,6721	13,5249	0,2698
60	1,879	0,011	1,6135	1,6721	11,7900	0,2388

θ - ângulo de inclinação, em graus

Gzo - braço de endireitamento, em metros

$$Mv = 5,48 \cdot 10^{-6} \cdot A \cdot h \cdot V^2 \cdot (0,25 + 0,75 \cos^3 \theta)$$

Mv - momento emborcador devido a vento; A - área lateral exposta ao vento; h - distância entre centro lateral até metade do calado; V=80 km/h (velocidade do vento, arbitrada)

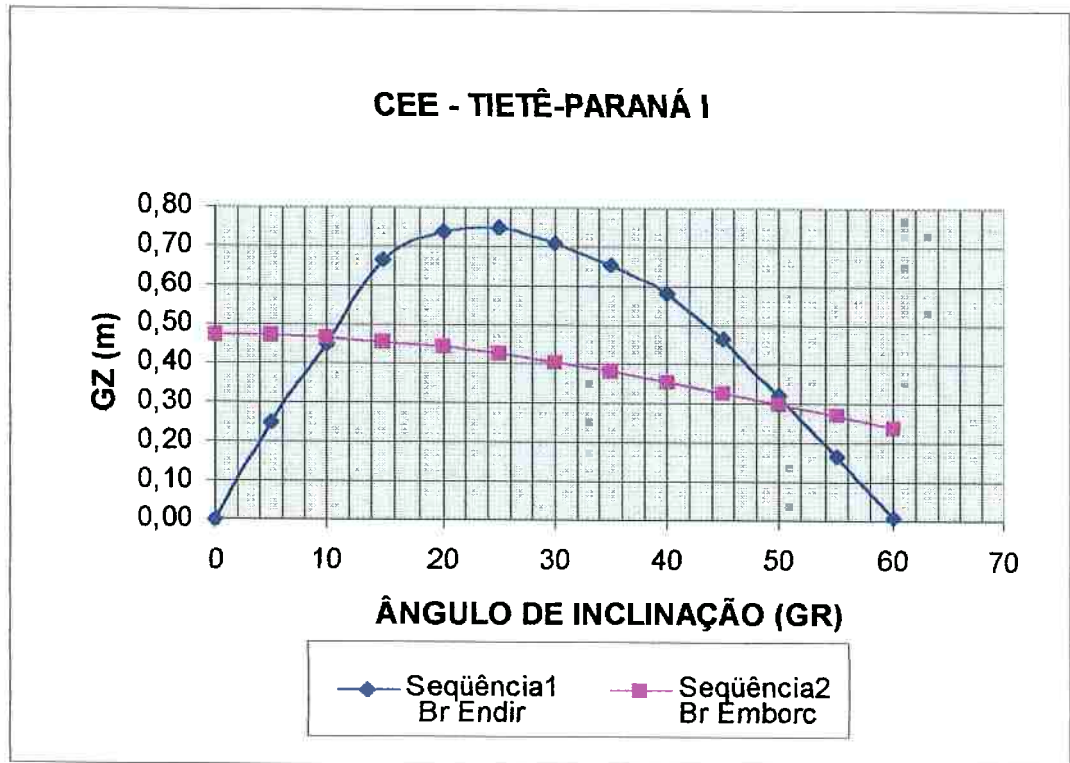
$$Mg = [0,02 \cdot V^2 \cdot \Delta \cdot (KG - H/2)] / L$$

Mg - momento emborcador devido a guinada; V - velocidade do navio, em km/h; Δ - deslocamento do navio, em toneladas; H - calado, em metros; L - comprimento na linha d'água, em metros.

$$Mpass = P \cdot N \cdot Yc \cdot \cos \theta$$

Mpass - momento emborcador devido ao agrupamento de passageiros em um bordo; P = 75 kg; N - número de passageiros no convés considerado; Yc - distância do centróide da área ocupada pelos passageiros agrupados até a linha de centro.

$$(Bv+BG+Bpass) = (Mv+Mg+Mpass) / \Delta$$



Br Endir – braço de endireitamento
Br Emborc – braço de emborcamento

ANEXO 10 – Critérios de Estabilidade – NORMAM 02

1. O ângulo de equilíbrio estático da embarcação (θ_1), quando submetida à ação do acúmulo de passageiros em um bordo, do vento, da manobra do giro (guinada) ou do reboque (quando aplicável) deve ser menor ou igual ao ângulo de imersão do convés na condição de carregamento considerada (θ_{IM}), ou 15° , o que for menor.

θ_1 – é o ângulo de interseção da curva de braços de embocamento com a dos braços de endireitamento na Curva de Estabilidade Estática (CEE);

θ_{IM} – ângulo de imersão do convés ou 15° , o que for menor. $\theta_{IM} = \arctg [(D-H)/ \frac{1}{2}B]$

D – pontal da embarcação; H – calado na condição de operação; $\frac{1}{2}B$ – meia boca da embarcação.

$\theta_1 = 10^\circ$, CEE do Anexo 9;

D = 2,200 m (Vide Anexo 1); $\frac{1}{2}B = 3,00$ m (Vide Anexo 1)

H = 0,575 m (retirado do Anexo 7, com

$\Delta = 63,144$ t (Anexo 9)

$\theta_{IM} = \arctg[(2,200-0,575)/3,00] = 28,44^\circ$, como é maior que 15° , toma-se o menor, portanto: $\theta_{IM} = 15^\circ$

$\theta_{IM} \geq \theta_1 \Rightarrow$ **CRITÉRIO ATENDIDO**

2. A área compreendida entre a curva dos braços de endireitamento, a curva dos braços de embocamento, até o ângulo de alagamento (θ_{AL}) ou 40° (o que for menor), denominada A_2 deverá ser maior ou igual a área sob a curva dos braços de embocamento antes da interseção com a curva dos braços de endireitamento, denominada A_1 (ver Anexo 9).

O alagamento representa alguma abertura que permita entrada de água para dentro do casco. No caso, é a porta de acesso à Praça de Máquinas (Ver Anexo 3). Essa abertura situa-se 2,200 metros da linha de base e 2,200 metros da linha de centro para bombordo.

Assim:

$\theta_{AL} = \arctg[(2,2-0,575)/2,2] = 36,45^\circ$

Usando a CEE do Anexo 9:

$A_1 = 2,371$ m*rad

$A_2 = 6,332$ m*rad

$A_2 \geq A_1 \Rightarrow$ **CRITÉRIO ATENDIDO**

3. Altura metacêntrica inicial (GM) deverá ser maior ou igual a 0,35 metros.

$GM = KM - KG$

Com $\Delta = 63,144$ t (Anexo 9) no Anexo 7, tem-se:

H = 0,575 m

KM = 4,662 m

KG = 2,157 m (Anexo 9)

GM = 4,662 – 2,157 = 2,505

$GM \geq 0,35 \Rightarrow$ **CRITÉRIO ATENDIDO**

4. Ângulo de alagamento maior ou igual a 25° .

$(\theta_{AL}) = \arctg[(2,2-0,575)/2,2] = 36,45^\circ$ (vide item 2 acima)

$\theta_{AL} \geq 25^\circ \Rightarrow$ **CRITÉRIO ATENDIDO**

5. Braço de endireitamento máximo (GZmax) maior ou igual a 0,10 metros.

GZmax = 0,749 metros (Anexo 9)

$GZ_{max} \geq 0,10$ m \Rightarrow **CRITÉRIO ATENDIDO**

ANEXO 11 – Notas de Arqueção – NORMAM 02

NOTAS PARA ARQUEAÇÃO DE EMBARCAÇÕES

1. CARACTERÍSTICAS GERAIS

NOME: **TIETÊ-PARANÁ I** TIPO: Passageiro
 ARMADOR: **TESE DE DOUTORADO LTDA**
 NÚMERO DE INSCRIÇÃO: PORTO DE INSCRIÇÃO: Tietê-Paraná (SP)
 INDICATIVO DE CHAMADA: CONSTRUTOR: Hilton Aparecido Garcia
 LOCAL DE CONSTRUÇÃO: **R. Tietê/SP** MATERIAL DO CASCO: **Aço**
 CLASSIFICAÇÃO: **Int/Pass./C. Propulsão** DATA (LANÇAM./CONSTR.): 2000

2. CARACTERÍSTICAS DO CASCO

Comprimento Total (Ct): 25,500 m	Pontal Moldado (P): 02,200 m
Comprimento de Regra (L): 23,540 m	Boca Moldada (B): 06,000 m
Compr. Perpendic. (Lpp): 23,625 m	Contorno (Co): 09,900 m
Compr. de Arqueação (Ca): 25,500 m	Calado Moldado (H): 00,600 m
Calado Leve: AV: 00,450 m	Calado Carregado: AV: 00,600 m
AR: 00,450 m	AR: 00,600 m
Médio: 00,450 m	Médio: 00,600 m

3. OUTRAS CARACTERÍSTICAS

- Número de tripulantes: 04
- Número de Passageiros em camarotes que tenham menos de oito beliches (N_1):
- Número dos demais passageiros (N_2): 150
- Deslocamento Carregado (Dc): 065,000 t Calado Carregado (H_c): 0,600 m
- Deslocamento Leve (Dl): 048,000 t Calado Leve (H_l): 0,450 m
- Porte Bruto (Pb): 017,000 t

4. ARQUEAÇÃO BRUTA

a) Identifique os espaços fechados: Casco, abaixo do convés principal; Casaria acima do convés principal (16,00 x 4,40 x 2,00 m).

b) Identifique os espaços excluídos:

c) Volume dos espaços fechados abaixo do convés superior (V_1): 348,752 m³

d) Volume dos espaços fechados acima do convés superior (V_2): 140,800 m³

e) Volume dos espaços excluídos (V_e): m³

f) Volume dos espaços fechados (V): 489,552 m³

g) Determinação de K1 (tabela ou $K1=0,2 + 0,02 \log V$): $K1 = 0,2538$

h) Arqueação Bruta: $AB = K1 \cdot V$

$$AB = 0,2538 \cdot 489,552 = 124,25$$

$$AB = 124,25$$

5. ARQUEAÇÃO LÍQUIDA

a) Identifique os espaços de carga: **Casco** (entre balizas 19 e 23)

b) Volume dos espaços de carga (V_c): **035,922 m³**

c) Determinação de K_2 (tabela ou $K_2=0,2 + 0,02 \log V_c$): $K_2 = \mathbf{0,2311}$

d) $N_1 + N_2 = \mathbf{150}$ (Se menor que 13, adotar zero; se maior que 13, adotar soma)

e) Cálculo das expressões

i) $(4H/3P)^2 = (4*0,60 / 3 * 2,20)^2 = \mathbf{0,1322}$ (se ≤ 1 , usá-lo; se > 1 , usar 1)

ii) $K_2 * V_c * (4H/3P)^2 = \mathbf{0,2311 * 35,922 * 0,1322 = 01,10}$

$0,25 * AB = 0,25 * 124,25 = \mathbf{31,06}$ (usar maior valor entre eles)

iii) $1,25 * ((AB+10000)/10000) * (N_1 + N_2/10) = 1,25 * ((124,25 + 10000)/10000) * (0 + 150/10) = \mathbf{18,99}$

f) Arqueação líquida (AL): $AL = K_2 * V_c * (4H/3P)^2 + 1,25 * ((AB+10000)/10000) * (N_1 + N_2/10)$

$AL = \mathbf{31,06 + 18,99 = 50,05}$

$0,30 * AB = 0,30 * 124,25 = \mathbf{37,28}$ (usar o maior entre eles)

AL = 50,05

Tietê-Paraná, 15 de Março de 2000

Hilton Aparecido Garcia
CREA: 0600600604

ANEXO 12 – Notas de Borda Livre – NORMAM 02

NOTAS PARA MARCAÇÃO DA BORDA-LIVRE NACIONAL (NAVEGAÇÃO INTERIOR)

NOME DA EMBARCAÇÃO: TIETÊ-PARANÁ I

ARMADOR: TESE DE DOUTORADO LTDA

CLASSIFICAÇÃO: Int./Pass./C.Prop.

PORTO DE INSCRIÇÃO: Tietê-Paraná (SP)

ARQUEAÇÃO BRUTA: 124,25

INDICATIVO DE CHAMADA:

1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE NAVEGAÇÃO

Descrição da Área de Operação: Lagos de Barra Bonita/Bariri (Rio Tietê)

Área de Navegação: () 1

() 2

2. CARACTERIZAÇÃO DO TIPO DE EMBARCAÇÃO

Descrição do Tipo de Embarcação:

Tipo de Embarcação: () A

() B

() C

() D

() E

3. DETERMINAÇÃO DO FATOR DE FLUTUABILIDADE (r)

- Comprimento de Regra (L) = 23,540 m

- Fator de Flutuabilidade (r) (Tab.6.1) = 00,130

4. CARACTERIZAÇÃO DAS SUPERESTRUTURAS FECHADAS

a) SUPERESTRUTURA 1:

- Descrição: Situada a 5,000 m AV da baliza 0; Centrada na Linha de Centro

- Comprimento Real da Superestrutura (S): 00,000 m

- Boca da Embarcação (na metade do comprimento S) (Bs): 06,000 m

- Largura da Superestrutura (na metade do comprimento S) (b): 04,400 m

- Comprimento Efetivo da Superestrutura (E), $E=(b/B_s)*S$: 00,000 m

- Altura da Superestrutura (he): 02,000 m

- he^2/H_n (caso $he^2/H_n > 1$, assumir $he^2/H_n = 1$) = 1

- $(he^2/H_n) * (E/L)$ (usar $H_n=1,80m$) = 00,000 m

b) SUPERESTRUTURA 2:

- Descrição:

- Comprimento Real da Superestrutura (S):

- Boca da Embarcação (na metade do comprimento S) (Bs):

- Largura da Superestrutura (na metade do comprimento S) (b):

- Comprimento Efetivo da Superestrutura (E), $E=(b/B)*S$:

- Altura da Superestrutura (he):

- he^2/H_n (caso $he^2/H_n > 1$, assumir $he^2/H_n = 1$) =

- $(he^2/H_n) * (E/L) =$

5. DETERMINAÇÃO DO PONTAL PARA BORDA-LIVRE (D)

- Pontal Moldado (P) = 2,200 m
- Espessura do Trincaiz (e) = 0,006 m
- $D = P + e = 2,206$ m

6. CÁLCULO DA ALTURA EQUIVALENTE DE SUPERESTRUTURA (hs)

- $\Sigma [(he^2/Hn)*(E/L) = 000,000$ m
- $550*r*D = 550*0,130*2,206 = 157,729$ m
- $hs = 500*\Sigma [(he^2/Hn)*(E/L) = 500*0,000 = 000,000$ m
- hs = 0,000 m** (adotar o que for menor)

7. CÁLCULO DO TOSAMENTO MÉDIO

Posição	Tosamento Real (mm)	Fator Multiplicação	Produto (mm)
L/2 AR da MN	0	1	0
L/3 AR da MN	0	4	0
L/6 AR da MN	0	2	0
MN	0	4	0
L/6 AV da MN	0	2	0
L/3 AV da MN	0	4	0
L/2 AV da MN	0	1	0

- $Ym = \Sigma(\text{produto})/18 = 0/18 = 000,000$ m
- $350*r*D = 350*0,13*2,206 = 100,373$ m
- Ym = 0,000 m** (adotar o que for menor)

8. CÁLCULO DA BORDA LIVRE (BL)

- Coeficiente K (tabela 6.3) = 000,000 m
- $hs + Ym = 000,000$ m
- $750*r*D = 750*0,13*2,206 = 215,085$ m
- hs + Ym = 0,000 m** (adotar o que for menor)
- $BL = [((1000*r*D) - (hs+Ym))/(1+r)] + K$
- $BL = [((1000*0,13*2,206)-0,000)/1,13] + 0 \Rightarrow \mathbf{BL = 254}$ mm

9. VERIFICAÇÃO DO CALADO MÁXIMO ATRIBUÍDO

- calado máximo na borda-livre calculada: 1,946 m
- calado máximo permissível (conforme restrição do projetista): 1,000 m
- calado máximo permissível (posição de aberturas, conforme 0611 e 0612): 1,900 m
- calado máximo permissível (tipos B e D, que operam na área 2; 0612 h e i): 1,900 m
- calado máximo (H) (menor entre os quatro valores acima): 1,000 m

10. ACRÉSCIMO PARA NAVEGAÇÃO EM ÁGUA SALGADA (AS)

$$AS = (D - BL)/48 = (2,206 - 1,000)/48 = 25,1 \text{ mm}$$

11. CORREÇÃO PARA A POSIÇÃO DA LINHA DE CONVÉS

- distância vertical entre prolongamentos do Convés de Borda Livre e chapeamento externo do costado: 0 m

- Correção: 0 m

- BL = 1,200 m

12. POSIÇÃO LONGITUDINAL DAS MARCAS DE BORDA-LIVRE

O centro do disco de Pimsoll deverá ser fixado a **12750 mm** do bico de proa da embarcação.

13. INFORMAÇÕES ADICIONAIS

Tietê-Paraná, 15 de Março de 2000

Hilton Aparecido Garcia
CREA: 0600600604

ANEXO 13 – Plano de Balanço Elétrico – Critérios de Sociedades Classificadoras

3. SALA DE MÁQUINAS (DIVER.)												
B. LASTRO	2	132,0	0,9	118,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	118,8
B. SERVIÇOS GERAIS E INCÊNDIO	2	75,0	0,8	60,0	0	0,0	1	60,0	1	60,0	1	60,0
B. CONDENSAD GRUPO DESTILA	1	11,0	0,8	8,8	1	8,8	1	8,8	1	8,8	1	8,8
B. EJETORA	1	1,5	0,8	1,2	1	1,2	1	1,2	1	1,2	1	1,2
TANQUE SEPTICO	1	3,7	0,7	2,6	1	2,6	1	2,6	1	2,6	1	2,6
B.O.C. CALDEIRA AUXILIAR	1	0,75	0,8	0,6	1	0,6	1	0,6	1	0,6	1	0,6
VENTILADOR AUXILIAR	1	7,5	0,8	6,0	1	6,0	1	6,0	1	6,0	1	6,0
B. O.C. QUEIMADOR	1	1,5	0,8	1,2	1	1,2	1	1,2	1	1,2	1	1,2
B. SANITÁRIA	2	2,2	0,8	1,8	1	1,8	1	1,8	1	1,8	1	1,8
MISTURADOR O.C.	1	4,5	0,8	3,6	1	3,6	1	3,6	1	3,6	1	3,6
B.O.C. QUEIMADOR PILOTO	1	0,37	0,9	0,3	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	0,3
CARGA (kW)						25,75		85,75		85,75		204,9
FATOR DE SIMULTANEIDADE						0,5		0,6		0,6		0,4
TOTAL (kW)						12,88		51,45		51,45		81,95
4. AR CONDICIONADO												
COMPRESSOR	2	56,3	,75	42,19	0	0,00	2	84,38	2	84,38	2	84,38
VENTILADOR	2	15,0	0,7	10,50	0	0,00	2	21	2	21,00	2	21,00
AR CONDICIO SERV. CONTINIO	2	3,7	0,8	2,96	0	0,00	1	2,96	1	2,96	1	2,96
AR CONDICIONADO GERA ELET	1	3,7	0,8	2,96	0	0,00	1	2,96	1	2,96	1	2,96
DESUMIDIFICADOR CONT DE AR	1	0,75	0,7	0,53	1	0,53	1	0,525	1	0,53	1	0,53
VENTILADOR ACOMODAÇÃO 1	1	1,0	0,7	0,70	1	0,70	1	0,7	1	0,70	1	0,70
VENTILADOR ACOMODAÇÃO 2	1	1,5	0,7	1,05	1	1,05	1	1,05	1	1,05	1	1,05
VENTILADOR ACOMODAÇÃO 3	1	2,2	0,7	1,54	1	1,54	1	1,54	1	1,54	1	1,54
VENTILADOR ACOMODAÇÃO 4	3	0,75	0,7	0,53	1	0,53	1	0,525	1	0,53	1	0,53
VENTILADOR ACOMODAÇÃO 5	2	0,37	0,7	0,26	1	0,26	1	0,259	1	0,26	1	0,26
CARGA (kW)						4,60		115,9		115,9		115,9
FATOR DE SIMULTANEIDADE						1		1		1		1
TOTAL (kW)						4,60		115,9		115,9		115,9
5. FRIGO PROVISÕES												
COMPRESSOR	2	7,5	0,8	6,0	1	6,0	1	6,0	1	6,0	1	6,0
VENTILADOR	5	0,18	0,7	0,1	5	0,6	5	0,6	5	0,6	5	0,6
SIST. DE DESCONGELAMENTO	1	8,4	1,0	8,4	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
B.A.S. DO RESFRIADOR	2	3,7	0,7	2,6	1	2,6	1	2,6	1	2,6	1	2,6
CARGA (kW)						9,22		9,22		9,22		9,22
FATOR DE SIMULTANEIDADE						1		1		1		1
TOTAL (kW)						9,22		9,22		9,22		9,22
6. MÁQUINAS DE CONVÉS												
MÁQUINA DO LEME	2	37,0	0,8	29,6	1	29,6	1	29,6	2	59,2	0	0,0
SISTEMA AUXILIAR DE LASTRO	2	1,5	1,0	1,5	0	0,0	0	0,0	0	0,0	2	3,0
EXAUTOR MÁQUINA DO LEME	1	1,5	0,8	1,2	1	1,2	1	1,2	1	1,2	1	1,2
VENTILADOR MÁQ DO LEME	1	1,5	0,8	1,2	1	1,2	1	1,2	1	1,2	1	1,2
TAMPA DE ESCOTILHA	2	11,0	0,8	8,8	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	8,8
MONOTRILHO PROVISÕES PRINC	1	7,5	0,8	6,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	6,0
MONOTRILHO PROVISÕES AUXIL	1	2,5	0,8	2,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	2,0
MOLINETE	2	54,0	0,8	43,2	0	0,0	0	0,0	1	43,2	0	0,0
GUINCHO AMARRAÇÃO	5	38,0	0,8	30,4	0	0,0	0	0,0	1	30,4	0	0,0
TURCO BOTE SALVA VIDAS	1	7,5	0,8	6,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
CARGA (kW)						32,0		32,0		135,2		22,2
FATOR DE SIMULTANEIDADE						1		1		0,8		0,6
TOTAL (kW)						32,0		32,0		108,2		13,3

7. COPA E COZINHA												
FORNO	1	9	0,8	7,2	0	0,0	1	7,2	0	0,0	1	7,2
OUTROS CONJUNTOS	1	24,2	0,8	19,36	0	0,0	1	19,36	1	19,4	1	19,4
CARGA (kW)						0,0		26,6		19,4		26,6
FATOR DE SIMULTANEIDADE						0,5		0,5		0,5		0,5
TOTAL (kW)						0,0		13,3		9,7		13,3
8. LAVANDERIA												
GERAL	1	5,0	1	5,0	0	0,0	1	5,0	0	0,0	1	5,0
CARGA (kW)						0,0		5,0		0,0		5,0
FATOR DE SIMULTANEIDADE						1		0,6		1		0,5
TOTAL (kW)						0,0		3,0		0,0		2,5
9. OFICINAS												
PONTE ROLANTE TRANSVERSAL	1	1,5	0,8	1,20	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	1,2
PONTE ROLANTE ELEVATÓRIA	1	5,5	0,8	4,40	0	0,0	0	0,0	0	0,0	1	4,4
TORNO	1	5,5	0,8	4,40	0	0,0	1	4,4	0	0,0	1	4,4
ESMERIL	1	0,75	0,8	0,60	0	0,0	1	0,6	0	0,0	1	0,6
FURADEIRA	1	1,5	0,7	1,05	0	0,0	1	1,1	0	0,0	1	1,05
ELEVADOR	1	5,5	0,8	4,40	1	4,4	1	4,4	1	4,4	1	4,4
ESCADA DE PORTALÓ	2	2,2	0,8	1,76	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0
CARGA (kW)						4,4		10,5		4,4		16,1
FATOR DE SIMULTANEIDADE						0,4		0,75		0,75		0,4
TOTAL (kW)						1,76		7,84		3,3		6,42
10. ILUMINAÇÃO												
ILUMINAÇÃO GERAL	1	59,2	0,7	41,44	1	41,44	1	41,44	1	41,44	1	41,44
ILUMINAÇÃO CONVÉS	1	16,3	0,7	11,41	0	0,00	0	0,0	1	11,41	1	11,41
CARGA (kW)						41,44		41,44		52,85		52,85
FATOR DE SIMULTANEIDADE						0,7		0,7		0,7		0,7
TOTAL (kW)						29,01		29,01		37,00		37,00
11. EQUILIBRADO/AUX. NAVEG.												
EQUIPAMENTOS NÁUTICOS	1	2,5	0,9	2,25	1	2,25	1	2,25	1	2,25	0	0,0
ESTAÇÃO DE RÁDIO	1	2,8	0,8	2,24	1	2,24	1	2,24	1	2,24	1	2,2
RÁDIO VHF	1	0,5	0,8	0,4	1	0,4	1	0,4	1	0,4	1	0,4
LUZES DE NAVEGAÇÃO	1	3,8	1,0	3,8	1	3,8	1	3,8	1	3,8	1	3,8
INTERCOMUNICADOR	1	0,5	1,0	0,5	1	0,5	1	0,5	1	0,5	1	0,5
LUZES DE EMERGÊNCIA	1	11,5	0,8	9,2	1	9,2	1	9,2	1	9,2	1	9,2
CARREGADOR DE BATERIA	1	1,0	0,8	0,8	1	0,8	1	0,8	1	0,8	1	0,8
MISCELÂNEA	1	4,0	0,8	3,2	1	3,2	1	3,2	1	3,2	1	3,2
CARGA (kW)						22,39		22,39		22,39		20,14
FATOR DE SIMULTANEIDADE						0,8		0,8		0,8		0,8
TOTAL (kW)						17,91		17,91		17,91		16,11

Q – quantidade instalada de equipamentos; PN – potência nominal do equipamento; FC – fator de carga; CSU – carga utilizada em serviço (CSU = PN*FC); q – quantidade de equipamentos em serviço; CS – carga em serviço (CS = q*CSU).

ITENS	NO MAR		MANOB (kW)	PORTO (kW)
	ESSENC (kW)	NORMAL (kW)		
1. SALA DE MÁQUINAS (SERV.CONTÍNUO)	246,00	249,40	247,86	59,25
2. SALA DE MÁQUINAS (SERV INTERMITEN)	66,36	68,72	104,00	70,88
3. SALA DE MÁQUINAS (DIVERSOS)	12,88	51,45	51,45	81,95
4. AR CONDICIONADO	4,60	115,89	115,89	115,89
5. FRIGO PROVISÕES	9,22	9,22	9,22	9,22
6. MÁQUINAS DE CONVÉS	32,00	32,00	108,16	13,32
7. COPA E COZINHA	0,00	32,00	108,16	13,32
8. LAVANDERIA	0,00	3,00	0,00	2,50
9. OFICINAS	1,76	7,84	3,30	6,42
10. ILUMINAÇÃO	29,01	29,01	37,00	37,00
11. EQUIPAMENTOS NÁUTICOS E NAVEGAÇÃO	17,91	17,91	17,91	16,11
TOTAL	419,74	616,44	802,95	425,87

A escolha da Potência do (MCA + Gerador) se dá pela Potência Normal no mar.

ANEXO 14 – Itemização de Custos e Formulações Disponíveis na Bibliografia

Itemização e Formulação proposta por NOVAES (1976) /39/

a) Salários da Tripulação: C1

$$C1 = 12 \cdot (1 + F_{es}) \cdot (a_0 + a_1 N_T)$$

F_{es} – Fator de encargos sociais. Indicado como 45 a 50% da folha de pagamento;

a_0 e a_1 : constantes que dependem da política da empresa, rota, tipo de navio e da máquina propulsora, etc;

N_T – número de tripulantes, que depende do porte do navio, tipo e potência da instalação propulsora;

b) Alimentação: C2

$$C2 = D_A \cdot N_T \cdot 365$$

D_A – diária alimentícia (\$/dia/pessoa);

N_T – número de tripulantes;

365 – transformar o custo em anual, que ocorre em todos os dias do ano, operando ou parado;

c) Combustíveis e Lubrificantes: C3, C4, C5 e C6

$$C3 = 24 \cdot CEC \cdot BHP \cdot P_C / 1000$$

$C3$ – custo diário de combustível no mar;

CEC – consumo específico de combustível (kg/HP/h);

BHP – potência de serviço da máquina propulsora;

P_C – preço da tonelada de combustível (\$/t);

1000 – compatibilizar as unidades (kg e t);

$$C4 = F_{CP} \cdot C3$$

$C4$ – custo diário de combustível no porto;

F_{CP} – fator percentual que relaciona custo de combustível no mar e no porto. Para cargueiros foram apresentados os valores 16,5% a 17,1%;

$$C5 = Flub1 \cdot C3$$

$$C6 = Flub1 \cdot C4$$

$C5$ e $C6$ – custos com lubrificantes no mar e no porto

$Flub1$ e $Flub2$ – fatores percentuais que relacionam custos de combustíveis e lubrificantes. Valores de 8 a 20%;

d) Material de Bordo (Miscelânea): C7

$$C7 = a_2 (tpb/1000)^{a_3}$$

a_2 e a_3 – constantes, depende do navio e do armador;

tpb – toneladas de porte bruto;

e) Manutenção e Pequenos Reparos: C8

$$C8 = F_{MR} \cdot P_V$$

F_{MR} – fator de manutenção e reparo. Em torno de 1,5%;

P_V – preço do navio novo;

f) Docagens: C9 e C10

$$C9 = F_{DRA} \cdot P_V$$

$C9$ – custo de docagem anual regular;

F_{DRA} – fator de docagem regular anual. Valores entre 1,0 e 1,2%;

P_V – preço do navio novo;

$$C10 = \text{FRC}(i, 20) * [0,270/(1+i)^5 + 0,524/(1+i)^9 + 0,905/(1+i)^{13} + 1,540/(1+i)^{17}] * C9$$

$$\text{FRC}(i, 20) = i * (1+i)^{20} / [(1+i)^{20} - 1]$$

C10 – custo de docagens plurianuais

i – taxa de juro adotada

5, 9, 13 e 17 – ano de realização da docagem plurianual;

0,270; 0,524; 0,905 e 1,540 – fatores que relacionam valor entre docagens anuais e plurianuais;

g) Seguro: C11

$$C11 = \text{FRC}(i, 20) * \sum \{[(a_4 + 0,25 a_5) * P_j + S] / (1+i)^j\}, \text{ com } j = 1, 2, 3, \dots, 20$$

a_4 – dada pelo quadro 1 abaixo

Quadro 1 – Valor de constante de seguro

Idade do Navio (j anos)	a_4 (%)
0 a 5	2,6
6 a 10	2,7
11 a 15	3,0
16 a 20	3,6

a_5 – constante, tomada como igual a 0,75%;

P_j – valor do navio com j anos de idade. Dado conforme quadro 2 abaixo:

Quadro 2 – Valor do navio com j anos de idade

Idade	% de P_V	Idade	% de P_V	Idade	% de P_V
0	100	7	65	14	44
1	93	8	62	15	42
2	87	9	58	16	39
3	82	10	55	17	37
4	77	11	52	18	35
5	73	12	49	19	33
6	69	13	46	20	32

S – desembolso médio anual devido a sinistros. Dado como US\$3172;

h) Amortização do Investimento (Capital): C12

$$C12 = [P_V - P_{20} / (1+i)^{20}] * \text{FRC}(i, 20)$$

P_{20} – preço do navio com 20 anos de idade (vide quadro 2, acima);

Análise e Comentários:

- estudo realizado para navios de longo curso de carga geral, nos anos 60 e início de 70, de até 6000 tpb. Esses navios atualmente não são mais empregados, devido ao pequeno porte e ineficiência, conforme o próprio trabalho ressalta. Foram substituídos pelos contêineres e graneleiros;
- a itemização de custo é boa. Omite gastos com portos e terminais;
- as formulações são adequadas, exceto a de Salários da Tripulação, pois não considera a legislação pertinente do Ministério da Marinha;
- não fornece formulação do preço do navio novo (P_V), a partir do qual vários custos são determinados;

- algumas constantes e fatores usados nas formulações não são fornecidos. O trabalho indica que devem ser levantados para cada tipo de navio, instalações propulsoras, armador, rota. Os valores fornecidos são adequados somente para os navios daquela época e tipo;
- a maior dificuldade é, exatamente, a determinação das constantes e fatores, que requerem coleta e análise de dados ao longo do tempo. A maioria das empresas não se dispõem a fornecê-los.

Itemização e Formulação proposta por IPT (1989) /21/:

a) Preço de Veículos: P_V

$$P_V = a \cdot \text{Paço} + (b + \text{FI}) \cdot \text{BHP}$$

P_V – preço do veículo novo;

Paço – peso em aço do veículo, em t. Dado na forma gráfica, mas sem especificar o tipo de embarcação. Subentende-se que sejam embarcações para transporte misto de passageiros e cargas da Região Amazônica;

BHP – potência instalada para MCP;

$a = 5140 \text{ BTN/t}$ (1 BTN \equiv 0,819 US\$, média dos valores de julho a dezembro de 1989)

$b = 210 \text{ BTN/CV}$

FI – fator de importação. FI = 1,0 (MCP nacional) e FI = 4,3 (MCP importado);

b) Capital: CC

$$CC = P_V \cdot \text{FRC}(i, n) - V_R \cdot \text{FFC}(i, n)$$

V_R – valor residual. Tomado como igual a zero;

$i = 3,8\%$ a.a.

$n = 17$ anos

c) Salário da Tripulação: CS

$$CS = 12 \cdot \text{SM} \cdot N_T \cdot F_{es}$$

SM – salário médio da tripulação. Não é fornecido;

N_T – número de tripulantes. Não é fornecido;

F_{es} – fator de encargos sociais. Dado como 1,60;

d) Rancho: CR

$$CR = N_T \cdot D_A \cdot 365$$

D_A – diária alimentícia. Não é fornecida;

e) Seguro: CS

$$CS = 0,02 \cdot P_V$$

f) Manutenção e Reparo: CMR

$$\text{CMR} = 0,04 P_V;$$

f) Administração: CA

$$CA = 0,3 \cdot (CS + CR + \text{CMR});$$

CS – custo de salário da tripulação;

CR – custo de rancho;

CMR – custo de manutenção e reparo;

g) Combustível e Lubrificante: CO

$$CO = (CEC/d) * 1,07 * BHP * 1,1 * Pc$$

CO – custo horário com combustível e lubrificantes;

CEC – consumo específico de combustível. Dado como 170 g/CV/h;

d – densidade do combustível. Dado como 850 g/litro;

1,07 – fator que considera a potência dos auxiliares como 7% da potência de propulsão;

BHP – potência de MCP

1,1 – fator que considera gastos com lubrificantes (10% do valor de combustível);

Pc – preço do combustível;

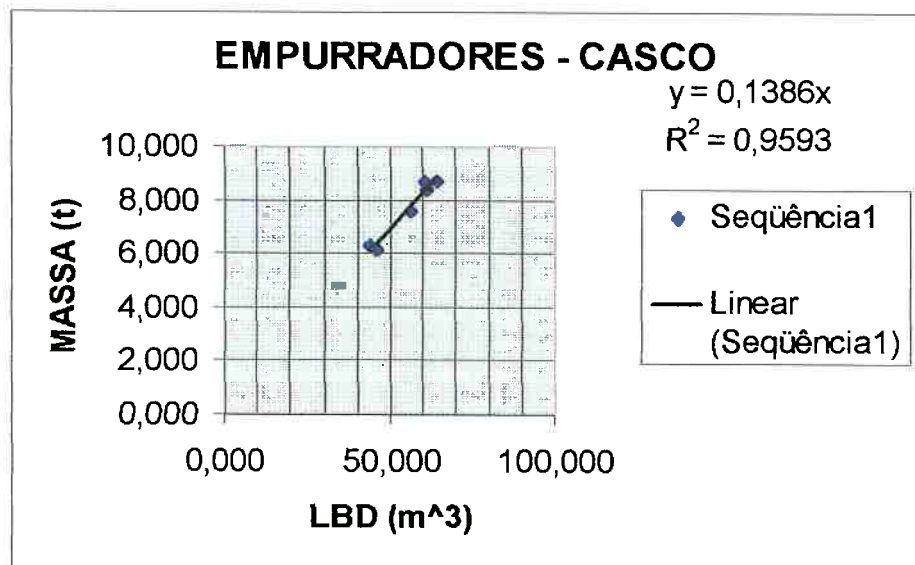
Análise e Comentários:

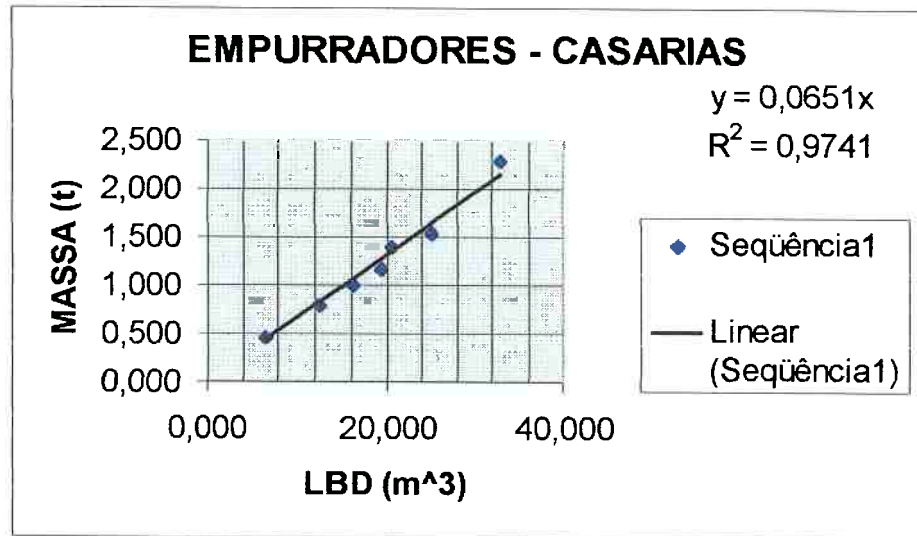
- a referência /21/ foi elaborada a partir de projetos e estudos realizados pelo IPT sobre embarcações para transporte misto de carga e passageiros na rede hidroviária no interior da Amazônia. Essas embarcações são autopropelidas e de arranjo bastante específico para essa região;
- dados importantes como salário da tripulação, número de tripulantes, diária alimentícia não são fornecidos;
- não esclarecimento de como os valores empregados nas formulações foram obtidos;
- a itemização é boa, pois contempla os itens usuais de custos de transporte;
- a formulação é genérica, deixando por conta do usuário a determinação das constantes e fatores. É exatamente nesse fato é que se tem problema, como comentado acima.

ANEXO 15 – Dados das Embarcações Pesquisadas da Hidrovia Tietê-Paraná

Neste anexo apresenta-se as características das embarcações empregadas no desenvolvimento deste trabalho. As embarcações foram tabuladas por tipo.

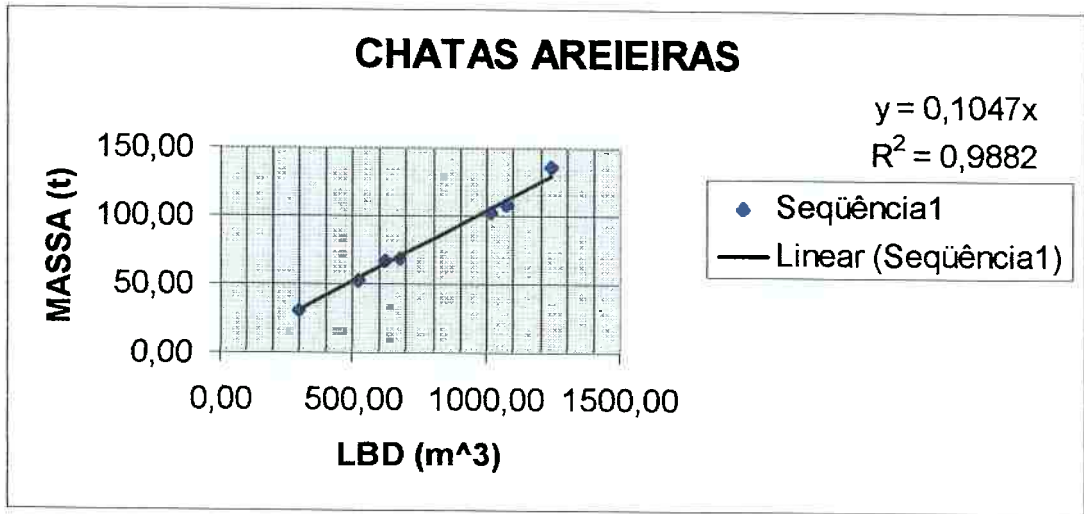
TIPO		Lt (m)	L (m)	B(m)	D (m)	LBD (m ³)	Peso (t)	Ke	MCP (CV)
a) Empurradores	1.								2 x 360
	Casco	9,0	8,4	4,3	1,7	61,404	8,400	0,1368	
	Casaria 1		5,0	3,0	2,2	33,000	2,300	0,0697	
	Casaria 2		1,7	1,8	2,2	6,732	0,450	0,0668	
	2.								2 x 150
	Casco	9,5	9,0	4,5	1,5	60,750	8,700	0,1432	
	Casaria		4,0	3,0	2,1	25,200	1,550	0,0615	
	3.								2 x 200
	Casco	9,5	9,0	4,5	1,5	60,750	8,700	0,1432	
	Casaria		4,0	3,0	2,1	25,200	1,550	0,0615	
	4.								2 x 130
	Casco	8,5	8,0	4,0	2,0	64,000	8,700	0,1359	
	Casaria		3,5	2,8	2,1	20,580	1,400	0,0680	
	5.								1 x 130
	Casco	9,0	8,5	3,6	1,5	45,900	6,200	0,1351	
	Casaria		4,0	2,3	2,1	19,320	1,170	0,0606	
	6.								2 x 150
	Casco	10,0	9,4	3,5	1,7	55,930	7,600	0,1359	
	Casaria		3,5	2,2	2,1	16,170	1,000	0,0618	
	7.								2 x 130
	Casco	8,9	8,4	3,5	1,5	44,100	6,350	0,1440	
	Casaria		3,0	2,0	2,1	12,600	0,800	0,0635	
	8.								2 x 130
	Casco	8,5	8,0	4,0	2,0	64,000	8,700	0,1359	
Casaria		3,5	2,8	2,1	20,580	1,400	0,0680		



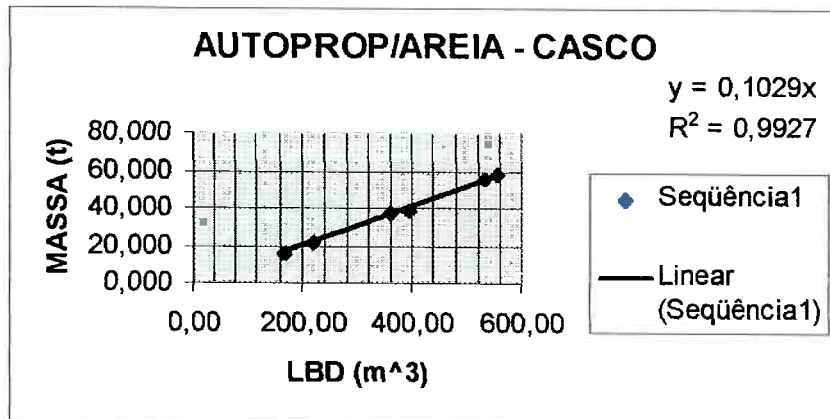


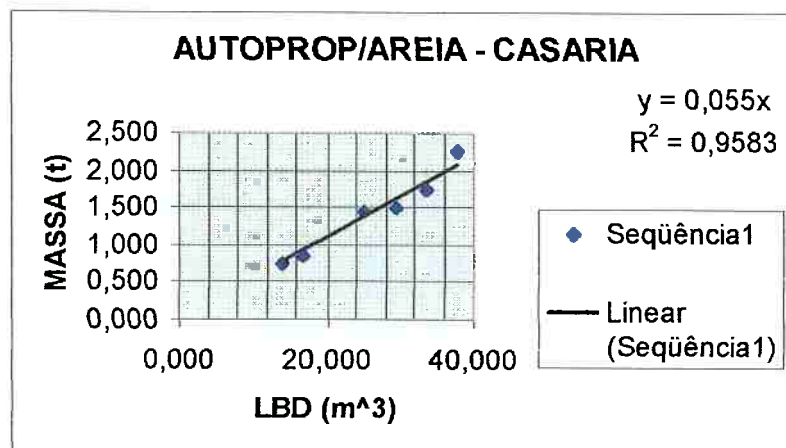
		Lt (m)	L (m)	B(m)	Dsm/Drv (m)	D (m)	LBD (m ³)	Peso (t)	Ke	Cap (m ³)
b) Chatas	1.									
	Casco	35,0	34,0	5,0	1,5/2,0	1,75	297,50	30,70	0,1032	100,0
	2.									
	Casco	40,0	38,7	6,0	2,0/2,5	2,25	522,45	52,60	0,1007	120,0
	3.									
	Casco	42,0	40,5	7,0	2,1/2,7	2,40	680,40	68,90	0,1013	220,0
	4.									
	Casco	42,0	40,5	7,0	2,1/2,7	2,40	680,40	68,90	0,1013	220,0
	5.									
Casco	42,0	40,0	6,0	2,2/3,0	2,60	624,00	68,10	0,1091	200,0	
6.										
Casco	42,0	40,0	6,0	2,2/3,0	2,60	624,00	68,10	0,1091	200,0	
7.										
Casco	46,0	45,0	8,5	2,5/3,0	2,65	1013,63	103,50	0,1021	330,0	
8.										
Casco	46,0	45,0	9,0	2,2/3,0	2,65	1073,25	108,20	0,1008	300,0	
9.										
Casco	46,0	45,5	10,5	2,2/3,0	2,60	1242,15	136,50	0,1099	400,0	

Dsm – pontal na seção mestra (extende-se da SM a $\frac{1}{4}$ do comprimento para vante e $\frac{1}{4}$ para ré;
Drv – pontal a ré e a vante (extende-se do espelho de popa ou proa, até $\frac{1}{4}$ do comprimento para vante, ou para ré, respectivamente).

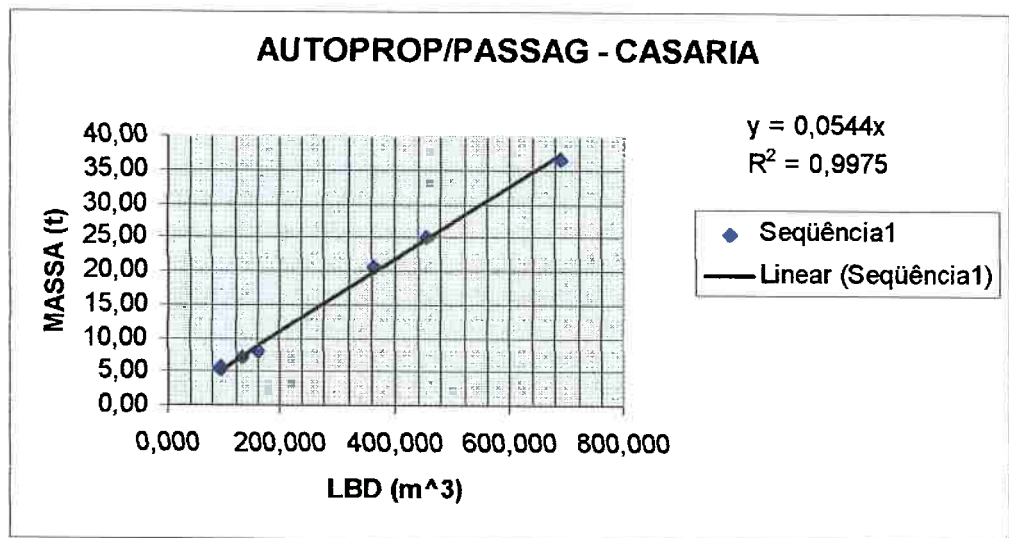
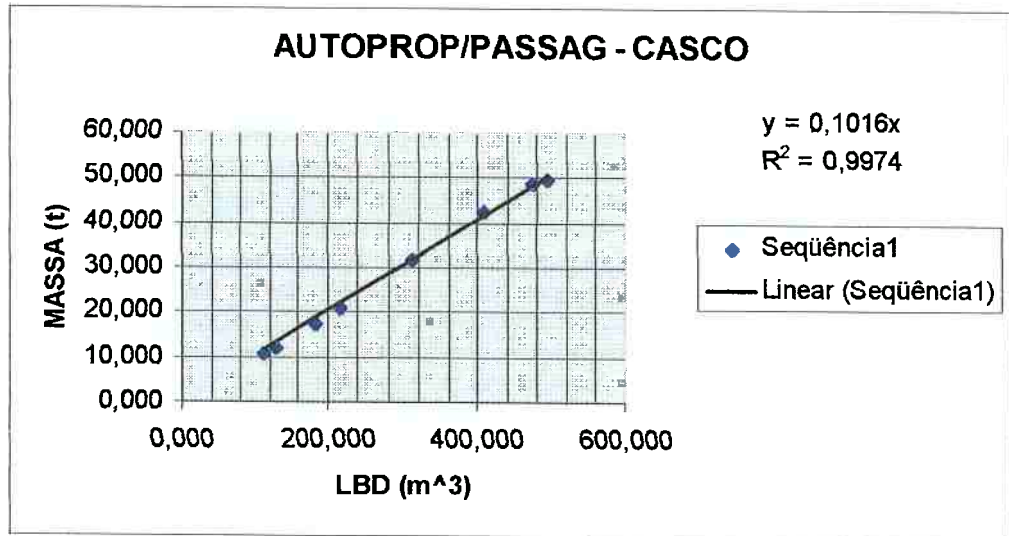


		Lt (m)	L (m)	B(m)	Dsm/Drv (m)	D (m)	LBD (m ³)	Peso (t)	Ke	MCP (CV)	
c) Autoprop. Areieiros	1.									1 x 130	
	Casco	26,0	26,0	4,5	1,2/1,7	1,45	169,65	16,150	0,0952		
	Casaria		4,0	2,0	2,1	2,1	16,80	0,850	0,0506		
	2.									1 x 200	
	Casco	32,5	32,0	4,8	1,2/1,7	1,45	222,72	21,400	0,0961		
	Casaria		4,0	3,0	2,1	2,1	25,20	1,450	0,0575		
	3.										1 x 175
	Casco	35,0	34,3	6,0	1,5/2,0	1,75	360,15	37,800	0,1050		
	Casaria		4,0	4,0	2,1	2,1	33,60	1,750	0,0521		
	4.										1 x 150
	Casco	35,75	35,6	6,64	2,0/2,5	2,25	531,86	55,600	0,1045		
	Casaria		2,7	2,5	2,1	2,1	14,18	0,750	0,0529		
5.										1 x 200	
Casco	36,0	35,5	6,0	1,7/2,0	1,85	394,05	38,500	0,0977			
Casaria		4,5	4,0	2,1	2,1	37,80	2,260	0,0598			
6.										1 x 250	
Casco	36,0	35,4	7,0	2,0/2,5	2,25	557,55	58,500	0,1049			
Casaria		4,0	3,5	2,1	2,1	29,40	1,500	0,0510			





		Lt (m)	L (m)	B(m)	Dsm/Drv (m)	D (m)	LBD (m ³)	Peso (t)	Ke	MCP (CV)	
d) Autopropel. Passageiros	1.									2 x 150	
	Casco	15,5	14,6	6,0	2,1	2,1	183,96	17,600	0,0957		
	Casaria		10,0	4,4	2,1	2,1	92,4	5,300	0,0574		
	2.									1 x 150	
	Casco	17,5	16,3	3,3	2,1	2,1	112,959	10,800	0,0956		
	Casaria		13,3	3,3	2,1	2,1	92,169	5,500	0,0597		
	3.										1 x 125
	Casco	18,0	17,1	5,0	1,5	1,5	128,25	12,200	0,0951		
	Casaria		12,5	5,0	2,1	2,1	131,25	7,100	0,0541		
	4.										1 x 150
	Casco	21,0	20,2	5,1	2,1	2,1	216,342	21,100	0,0975		
	Casaria		13,5	3,3	2,1	2,1	93,555	5,600	0,0599		
	5.										2 x 150
	Casco	25,5	24,6	6,0	2,1	2,1	309,96	31,600	0,1019		
	Casaria		17,5	4,4	2,1	2,1	161,7	8,200	0,0507		
	6.										2 x 150
	Casco	30,0	29,3	8,0	2,1	2,1	492,24	49,700	0,1010		
	Casaria 1		27,0	8,0	2,1	2,1	453,6	25,100	0,0553		
	Casaria 2		27,0	8,0	2,1	2,1	453,6	25,100	0,0553		
	7.										1 x 300
	Casco	38,1	36,8	6,0	1,6/2,1	1,85	408,48	42,600	0,1043		
	Casaria		28,9	6,0	2,1	2,1	364,14	20,700	0,0568		
	8.										2 x 330
	Casco	42,5	41,5	9,5	1,2	1,2	473,1	48,600	0,1027		
Casaria 1		34,5	9,5	2,1	2,1	688,275	36,700	0,0533			
Casaria 2		34,5	9,5	2,1	2,1	688,275	36,700	0,0533			



e) Comboio Típico		Lt (m)	L (m)	B(m)	Dsm/Drv (m)	D (m)	Peso (t)	Ke	MCP (CV)
Chata	Casco	60,0	60,0	11,0	3,1	3,1	225,0	0,1100	
Empurrador	Casco	17	16,2	7,0	2,5	2,5	39,7	0,1400	2 x 430
	Casaria 1		10,0	5,4	2,1	2,1	7,94	0,0700	
	Casaria 2		4,5	3,8	2,1	2,1	2,50	0,0696	

Os resultados obtidos, em termos de correlação, indicam a grande semelhança entre as embarcações. Resultado previsível e esperado, tendo em vista o emprego de mesmos escantilhões estruturais, e mesmos critérios de projeto, a NORMAM 02. A maior discrepância ocorre exatamente nas embarcações miúdas, em que é exigido somente memorial descritivo.

ANEXO 16 – Dados das Embarcações em Operação nas Hidrovias do Paraguai e São Francisco

Embarcações para transporte de carga na Hidrovia do Rio Paraguai

TIPO		Lt (m)	L (m)	B(m)	D (m)	LBD (m ³)	Peso (t)	Ke	MCP (CV)
Empurador	1.								3 x 375
	Casco	27,7	25,9	12,0	2,2	683,760	99,100	0,1449	
	Casaria 1		19,5	10,0	2,1	409,500	23,500	0,0574	
	Casaria 2		8,0	6,5	2,1	109,200	6,200	0,0568	
	Casaria 3		3,0	3,0	2,1	18,900	1,050	0,0556	
	2.								2 x 375
	Casco	18,0	17,1	8,0	2,2	300,960	43,500	0,1445	
	Casaria 1		10,5	6,4	2,1	141,120	8,300	0,0588	
Casaria 2		5,0	5,0	2,1	52,500	3,100	0,0590		
Casaria 3		2,5	2,5	2,1	13,125	0,750	0,0571		
Chata	1.								
	Casco	60,0	60,0	12,0	3,0	2160,000	220,000	0,1019	
	2.								
	Casco	45,0	45,0	10,0	3,6	1620,000	166,000	0,1025	
	3.								
Casco	30,0	30,0	12,0	3,0	1080,000	117,000	0,1083		

Embarcações para transporte de carga na Hidrovia do Rio São Francisco

TIPO		Lt (m)	L (m)	B(m)	D (m)	LBD (m ³)	Peso (t)	Ke	MCP (CV)
Empurador	1.								2 x 270
	Casco	18,5	18,1	7,2	2	260,640	37,500	0,1439	
	Casaria 1		12,5	5,5	2,1	144,375	8,100	0,0561	
	Casaria 2		3,5	3,0	2,1	22,050	1,300	0,0590	
	Casaria 3		2,5	2,0	2,1	10,500	0,600	0,0571	
	2.								2 x 270
	Casco	27,35	27,1	6,0	1,8	292,680	42,100	0,1438	
	Casaria 1		14,0	4,6	2,1	135,240	8,100	0,0599	
Casaria 2		5,5	3,4	2,1	39,270	2,300	0,0586		
Casaria 3		4,0	2,2	2,1	18,480	1,100	0,0595		
Chata	1.								
	Casco	32,0	31,4	8,0	2,1	527,520	58,000	0,1099	
	2.								
Casco	40,0	39,4	8,0	2,1	661,920	69,000	0,1042		

Análise e comentário:

As embarcações se assemelham às embarcações da Hidrovia Tietê-Paraná, tanto em dimensões principais como em escantilhões e propulsão. Dados sobre tripulação e salários da Hidrovia do São Francisco não foram fornecidos. Os salários da tripulação do Rio Paraguai obedece aos fornecidos pela Tabela 13, uma vez que há empresas que operam nas duas Hidrovias (Tietê-Paraná e Paraguai).

ANEXO 17 – Grupos de Custos Diretos da Ordem de Serviço 05-82 (OS-5)

A.1. MATERIAL	PESO (toneladas)	PARTE NACIONAL (R\$)	PARTE IMPORTADA (US\$)
A.1.1. Chapas Classificadas			
A.1.2. Chapas não classificadas			
A.1.3. Perfis classificados			
A.1.4. Perfis não classificados			
A.1.5. Tubos (de uso estrutural)			
A.1.6. Fundidos			
A.2. MÃO DE OBRA	Total de HH		
A.2.1. Própria			
A.2.2. Subcontratada			

CONSOLIDAÇÃO DOS VALORES DO GRUPO B	PARTE NACIONAL (R\$)	PARTE IMPORTADA (US\$)
B.1. Propulsão		
B.2. Geração de Energia		
B.3. Auxiliares		
B.4. Equipamentos de Habitação		
B.5. Equipamentos de Governo		
B.6. Fundeio, Atracação e Reboque		
B.7. Movimentação e Armazenagem Carga		
B.8. Instalações Especiais		
B.9. Mão de Obra	Total de HH	
B.9.1. Própria		
B.9.2. Subcontratada		

B.1. PROPULSÃO	Qtidade	Unidade	P. Nacional (R\$)	P. Importada (US\$)
B.1.1. Motor Principal				
B.1.2. Redutora/Reversora				
B.1.3. Eixos de Propulsão				
B.1.4. Tubo Telescópico de Propulsão				
B.1.5. Hélice				
B.1.6. Bucha do Tubo Telescópico				
B.1.7. Camisa do Tubo Telescópico				
B.1.8. Mancais dos Eixos de Propulsão				
B.1.9.				
B.1.10				

B.2. GERAÇÃO DE ENERGIA	Qtidade	Unidade	P. Nacional (R\$)	P. Importada (US\$)
B.2.1. Motor Auxiliar				
B.2.2. Gerador				
B.2.3. Gerador de Eixo				
B.2.4.				
B.2.5.				

F.1. DIVISÓRIAS, FORROS E PISOS	Qtidade	Unidade	P. Nacional (R\$)	P. Importada (US\$)
F.1.1. Anteparas Classe B				
F.1.2. Anteparas Divisórias				
F.1.3. Pisos				
F.1.4.				
F.1.5.				

G.1. MATERIAL	Qtidade	Unidade	P. Nacional (R\$)	P. Importada (US\$)
G.1.1. Shop Primer				
G.1.2. Tintas				
G.1.3. Solventes				
G.1.4. Anodos de Sacrificio				
B.2.5.				

ANEXO 18 – Grupos de Desp. Diretas de Produção da Ordem de Serviço 05-82 (OS-5)

I. MATERIAIS DIRETOS	Qtidade	Unidade	P. Nacional (R\$)
I.1. Oxigênio			
I.2. Acetileno			
I.3. Eletrodos			
I.4.			
I.5.			

J. CLASSIFICAÇÃO	CUSTO TOTAL (R\$)
J.1. Custo da Classificação	
J.2. Despesas Extras de Classificação	
J.3.	

L. OUTRAS DESPESAS	CUSTO TOTAL (R\$)
L.1. Docagem	
L.2. Rebocador/Cábreas	
L.3. Prova de Mar	
L.4. Manuais e Documentos de Entrega	
L.5. Garantia	
L.6. Fiscalização do Armador/Financiadora	
L.7.	
L.8.	

ANEXO 19 – Fases/Eventos usados na edificação de embarcações

EVENTO Nº	DESCRIÇÃO	DESEMBOLSO		DATA
		%	% ACUM	
01	Assinatura do Contrato	10	10	D
02	Encomenda do Aço	03	13	D+15
03	Encomenda Equipamentos Principais	13	26	D+30
04	Início da Construção (batimento quilha)	00	26	D+120
05	50% de aço processado	06	32	D+180
06	Início de montagem na carreira	05	37	D+190
07	50% de aço montado na carreira	06	43	D+210
08	Recebimento dos Equip Principais	10	53	D+240
09	100% de aço montado na carreira	05	58	D+270
10	Pronto para lançamento	15	73	D+300
11	Provas de Cais (MCP, MCA, bombas,...)	06	79	D+420
12	Prova de Mar	06	85	D+480
13	Entrega da Embarcação	15	100	D+510

BIBLIOGRAFIA

- [01] ADLER, Hans A. (1978). *Avaliação econômica dos projetos de transportes: metodologia e exemplos* (tradução de Heitor Lisboa de Araújo). Livros Técnicos e Científicos Editora. Rio de Janeiro (RJ).
- [02] AMERICAN WELDING SOCIETY-AWS (1976). *Welding Handbook* (7 volumes). (Charlotte Weinsman, Editor). Miami, Flórida.
- [03] AMERICAN BUREAU OF SHIPING-ABS (1977). *Rules for building and classing steel vessels*. Nova York (EUA).
- [04] BALLOU, Ronald H. (1995). *Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física* (tradução de Hugo T.Y. Yoshizaki). Editora Atlas. São Paulo (SP).
- [05] BANABY, Kenneth C. (1969). *Basic Naval Architecture*. Hutchinson Scientific and Technical. Londres.
- [06] BARABANOV, N. (1975). *Structural design of sea-going ships*. Peace Publishers. Moscou.
- [07] COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO - CESP (1991). *Hidrovia Tietê-Paraná: dados principais dos reservatórios-Relatório CTH-H-115*. CESP. São Paulo (SP).
- [08] COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO - CESP (1996). *Navegando no Tietê-Paraná: Cartilha de navegação para a Hidrovia Tietê-Paraná*. CESP. São Paulo (SP).
- [09] DORMIDONTOV, V.K. et all (1980). *Shipbuilding technology*. Mir Publishers. Moscou (Rússia).
- [10] FACULDADE DE TECNOLOGIA DE JAHU-FATECJAÚ (1995a). *Análise de viabilidade de transporte de carga*. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Tecnologia Fluvial. Jaú (SP).
- [11] FACULDADE DE TECNOLOGIA DE JAHU-FATECJAÚ (1995b). *Cálculo do frete para o transporte rodoviário de álcool Jaú-Paulínia (Replan)*. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Tecnologia Fluvial. Jaú (SP).
- [12] FACULDADE DE TECNOLOGIA DE JAHU-FATECJAÚ (1995c). *Transporte ferroviário de grãos*. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Tecnologia Fluvial. Jaú (SP).
- [13] FACULDADE DE TECNOLOGIA DE JAHU-FATECJAÚ (1996). *Custo de transporte rodoviário de calçado*. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Tecnologia Fluvial. Jaú (SP).
- [14] FIGUEIREDO FILHO, José Mário (1985). *Critérios de projeto de instalações elétricas marítimas*. DEN-EPUSP. São Paulo (SP).
- [15] FONSECA, Maurílio Magalhães (1989). *Arte Naval* (2 volumes). Serviço de Documentação Geral da Marinha. Rio de Janeiro (RJ).
- [16] FURTADO, Nilder e KAWAMOTO, Eiji (1997). *Avaliação de Projetos de Transporte*. EESC-USP. São Carlos (SP).
- [17] GANDOLFO, A.C.B. e FREITAS, E. S. (1980). *Análise estrutural do navio*. DEN – EPUSP. São Paulo (SP).
- [18] GERMANISCHER LLOYD-GL (1990). *Rules for classification and construction ship technology – Part 2: Inland waterway vessels*. Hamburgo (Alemanha).
- [19] HIRATA, Kazuo (1991). *Hidrodinâmica I*. Faculdade de Tecnologia de Jahu-FATEC-JH – CEETEPS. Jahu (SP).
- [20] INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT (1978). *Ensaio em tanque de provas de modelos para a determinação da resistência à propulsão de uma série de comboios fluviais integrados – relatório n.º 13.166*. IPT. São Paulo (SP).
- [21] INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT (1989). *Projeto de embarcações para o transporte de passageiros e cargas: metodologia e critérios - manual do usuário*. IPT. São Paulo (SP).
- [22] INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT (1990). *Análise técnica e econômica para o reaparelhamento da frota do Serviço Nacional da Bacia do Prata S.A. – Relatório n.º 28.081*. IPT. São Paulo (SP).
- [23] KAWAMOTO, Eiji (1994). *Análise de Sistemas de Transporte*. EESC-USP. São Carlos (SP).
- [24] KHISTY, C. Jotin (1990). *Transportation engineering: an introduction*. Prentice Hall. Nova Jersey.
- [25] LATORRE, Robert e ASHCROFT, Frederick. (1981). *Recent developments in barge design, towing, and pushing*. Marine Technology (Review). SNAME. Nova York. Janeiro.
- [26] LATORRE, R., LUTHRA, G. e TANG, K. (1982). *Improvement of inland waterway vessel and barge tow performance: translations of selected chinese, germany and russian technical articles – Report n.º 249*. University of Michigan-College of Engineering-Department of Naval Architecture and Marine Engineering. Ann Arbor, Michigan.
- [27] LATORRE, Robert e CHRISTOPOULOS, Bob. (1983). *River towboat hull and propulsion*. Marine Technology (Review). SNAME. Nova York. Julho.

- [28] LATORRE, R. (1983). *Shallow river pushboat preliminary design*. VIII IPEN (Instituto Pan AmERICANO de Engenharia Naval). Setembro.
- [29] MANNING, George C. (1962). *Fundamentos de teoria de arquitetura naval: volume I – Estática*. Ministério da Marinha. Imprensa Naval. Rio de Janeiro (RJ).
- [30] MANNING, George C. (1962). *Fundamentos de teoria de arquitetura naval: volume II – Dinâmica*. Ministério da Marinha. Imprensa Naval. Rio de Janeiro (RJ).
- [31] MINISTÉRIO DA MARINHA-DIRETORIA DE PORTOS E COSTAS (DPC) (1998). *NORMAM 02: Normas da Autoridade Marítima para embarcações empregadas na navegação interior*. Diretoria de Portos e Costas (DPC). Rio de Janeiro (RJ).
- [32] MINISTÉRIO DA MARINHA-DIRETORIA DE PORTOS E COSTAS (DPC) (1998). *NORMAM 13: Normas da Autoridade Marítima para aquaviários e amadores*. Diretoria de Portos e Costas (DPC). Rio de Janeiro (RJ).
- [33] MINISTÉRIO DO TRANSPORTE-DEPARTAMENTO DE HIDROVIAS INTERIORES (DHI) (1998). *Fixação de gabaritos de navegação da Hidrovia Tietê-Paraná – Projeto Phoenix*. Jauá (SP).
- [34] MINISTÉRIO DO TRANSPORTE-SUPERINTENDÊNCIA NACIONAL DA MARINHA MERCANTE (SUNAMAM) (1982). *Instruções para apresentação do preço de embarcações financiadas pela Sunamam-Ordem de Serviço N° 05/82*. Rio de Janeiro (RJ).
- [35] MORLOK, Edward K. (1978). *Introduction to transportation engineering and planning*. MacGraw-Hill Kogakusha. Tóquio.
- [36] MUCKLE, William (1967). *Strength of ship's structures*. Edward Arnold Publishers. Londres.
- [37] NIPPON KAJI KYOKAI-NKK (1985). *Regras e regulamentos para construção e classificação de navios*. NKK do Brasil Ltda. Rio de Janeiro (RJ).
- [38] NISHIMOTO, K. e SAMPAIO, C.M.P. (1995). *Projeto básico de sistemas flutuantes - Curso Petrobrás*. DEN/EPUSP. São Paulo (SP).
- [39] NOVAES, Antonio Galvão (1976). *Economia e tecnologia do transporte marítimo*. Almeida Neves Editores. Rio de Janeiro (RJ).
- [40] NOVAES, Antonio Galvão (1978). *Métodos de otimização: aplicação aos transportes*. Editora Edgard Blücher. São Paulo (SP).
- [41] NOVAES, Antonio Galvão (1986). *Sistemas de transportes (3 volumes)*. Editora. Edgard Blücher. São Paulo (SP).
- [42] NOVAES, Antonio Galvão (1989). *Sistemas logísticos: transporte, armazenagem e distribuição física de produtos*. Editora Edgard Blücher. São Paulo (SP).
- [43] OCEAN INDUSTRY (1982). *Engineering, Construction, Operations*. Gulf Publishing Co. Houston, Texas. Abril.
- [44] OKUMURA, Toshie e TANIGUCHI, Célio (1982). *Engenharia de soldagem e aplicações*. Livros Técnicos e Científicos Editora. Rio de Janeiro (RJ).
- [45] ORTÚZAR, Juan de Dios e WILLUMSEN, Luis G. (1994). *Modelling transport*. John Wiley & Sons. Chicester.
- [46] PADOVEZI, C.D. (1989). *Otimização de hélices de pequenas embarcações utilizando séries sistemáticas*. XI Congresso Panamericano de Engenharia Naval. Vina del Mar. Chile
- [47] PADOVEZI, C.D. e HIRATA, K. (1982). *Escolha e projeto de propulsores*. 9º Congresso Nacional de Transportes Marítimos e Construção Naval (Sociedade Brasileira de Engenharia Naval-SOBENA). Rio de Janeiro (RJ).
- [48] REGISTRO BRASILEIRO DE NAVIOS E AERONAVES S/C-RBNA (1996). *Regras para classificação e construção de embarcações de aço para navegação interior*. R. de Janeiro (RJ).
- [49] SETTI, José R. e WIDMER, João A. (1994). *Tecnologia de transportes*. EESC-USP. São Carlos.
- [50] SOCIETY OF NAVAL ARCHITECTS AND MARINE ENGINEERS – SNAME (1988). *Principles of naval architecture-PNA* (Edward V. Lewis – Editor). Jersey City(N.J.).
- [51] VALENTE, Amir Mattar; PASSAGLIA, Eunice e NOVAES, Antonio Galvão (1996). *Gestão de frotas*. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis (SC).
- [52] WOODWARD III, John B. (1976). *Matching engine and propeller-Report n° 142*. University of Michigan-College of Engineering-Department of Naval Architecture and Marine Engineering. Ann Arbor, Michigan.
- [53] WOODWARD III, John B. (1976). *Marine engineering: an introduction-Report n° 171*. University of Michigan-College of Engineering-Department of Naval Architecture and Marine Engineering. Ann Arbor, Michigan