



CENTRO DE INTEGRAÇÃO LOGÍSTICA

ETAPA 2

**LEVANTAMENTO DO ESTADO DA ARTE REFERENTE ÀS ESTRUTURAS E
SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO LOGÍSTICA**

TOMO II - APÊNDICES



UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO DE JANEIRO





UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO DE JANEIRO



***ESTUDOS E PESQUISAS PARA DESENVOLVIMENTO DE
METODOLOGIA PARA IMPLEMENTAÇÃO DE CENTROS DE
INTEGRAÇÃO LOGÍSTICA COM VISTAS A SUBSIDIAR POLÍTICAS
PÚBLICAS VOLTADAS À PROMOÇÃO DA INTERMODALIDADE NO
TRANSPORTE DE CARGAS***

Etapa 2

***Levantamento do Estado da Arte Referente às Estruturas e Sistemas
de Integração Logística***

Tomo II – Apêndices

(Termo de Cooperação nº 01/2013/SPNT/MT)



Janeiro de 2016

República Federativa do Brasil

Dilma Rousseff

Presidência da República

Ministério dos Transportes

César Augusto Rabello Borges

Ministro de Estado dos Transportes

Anivaldo Vale

Secretário-Executivo

Secretaria de Política Nacional Transportes

Américo Leite de Almeida

Secretário de Política Nacional de Transportes

Francisco Luiz Baptista da Costa

Diretor do Departamento de Planejamento de Transportes

Eugênio José Saraiva Câmara Costa

Coordenador-Geral de Avaliação

Eimair Bottega Ebeling

Coordenador-Geral de Planejamento

Equipe Técnica

Artur Monteiro Leitão Junior

Analista de Infraestrutura

Everton Correia do Carmo

Coordenador de Informação e Pesquisa

Francielle Avancini Fornaciari

Analista de Infraestrutura

Luiz Carlos de Souza Neves Pereira

Engenheiro, M.Sc.

Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ

Professor Carlos Antônio Levi da Conceição

Reitor

Professor Walter Issamu Suemitsu

Decano do Centro de Tecnologia

Professor Luiz Pinguelli Rosa

Diretor da COPPE

Professor Romildo Dias Toledo Filho

Diretor de Tecnologia e Inovação

Professor Rômulo Dante Orrico Filho

Coordenação Geral

Equipe Técnica

Professor Glaydston Mattos Ribeiro

Professor Hostilio Xavier Ratton Neto

Beatriz Berti da Cóstã

Giselle Ferreira Borges

Israella Pires Alves Gabrig

Marcus Vinicius Oliveira Camara

Mariam Tchepurnaya Daychoum

Patrick Fontaine Reis de Araújo

Rodrigo Alvarenga da Rosa

Saul Germano Rabello Quadros

Vanessa de Almeida Guimarães

Equipe de Apoio

Maria Lucia de Medeiros

Natália Portella Santos Parra Viegas

SUMÁRIO

APÊNDICE I – DETERMINAÇÃO DA MOVIMENTAÇÃO FERROVIÁRIA.....	2
I. ESTUDO OPERACIONAL.....	2
I.1 Características Gerais do Material Rodante e dos Trens-Tipo	3
I.2 Dimensionamento do Material Rodante	5
I.3 Comparação da Capacidade de Tráfego com a Demanda Prevista	7
I.4 Determinação dos Investimentos para Operação.....	8
I.5 Investimentos em Polos de Carga e Instalações de Apoio Ferroviário.....	10
I.6 Composição dos Investimentos	12
APÊNDICE II – CLASSIFICAÇÃO DOS PORTOS MARÍTIMOS.....	15
II. CLASSIFICAÇÃO DOS PORTOS.....	15
APÊNDICE III – TIPOS DE CARGA, EMBARCAÇÕES, INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS PORTUÁRIOS MARÍTIMOS.....	19
III. CONCEITOS E DEFINIÇÕES.....	19
III.1 Tipos de Cargas	19
III.2 Tipos de Embarcação	20
III.3 Instalações e Equipamentos.....	25
APÊNDICE IV – CAPACIDADE DE MOVIMENTAÇÃO PORTUÁRIA FLUVIAL E LACUSTRE	28
IV. PORTOS E TERMINAIS PORTUÁRIOS FLUVIAIS E LACUSTRES	28
IV.1 Tipos de Carga	28
IV.2 Classificação dos Portos e Terminais Portuários Existentes.....	28
APÊNDICE V – ANÁLISE DA FROTA, INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS DE EMBARCAÇÕES FLUVIAIS E LACUSTRES	32
V. CONCEITOS E DEFINIÇÕES.....	32
V.1 Frotas e Embarcações Fluviais e Lacustres.....	32
APÊNDICE VI – DESCRIÇÃO DAS VIAS NAVEGÁVEIS DO SISTEMA HIDROVIÁRIO NACIONAL	49
VI. SISTEMA HIDROVIÁRIO BRASILEIRO	49
APÊNDICE VII – INFORMAÇÕES GERAIS SOBRE PRINCIPAIS AEROPORTOS BRASILEIROS.	53
BIBLIOGRAFIA	59

LISTA DE FIGURAS

Figura III.1 – Dimensões características dos navios.	22
Figura V.1 – Características de um comboio-tipo.	36
Figura V.2 – Exemplos de comboios-tipo.....	36
Figura V.3 – Tipos e classificação das embarcações fluviais.....	38
Figura V.4 – Automotor fluvial.....	39
Figura V.5 – Configuração do automotor Araguaia operado como empurrador.	39
Figura V.6 – Empurrador fluvial provido de cabine retrátil para passagem sob pontes com insuficiente tirante de ar.	40
Figura V.7 – Empurrador fluvial para o sistema Tocantins-Araguaia.....	40

LISTA DE QUADROS

Quadro III.1 – Equipamentos para movimentação de carga geral.	26
Quadro V.1 – Principais características das embarcações-tipo.	34
Quadro V.2 – Equipamentos para movimentação de carga geral.	47
Quadro VI.1 – Descrição das vias navegáveis.....	49
Quadro VI.2 – Interligações hidroviárias.	51

LISTA DE TABELAS

Tabela I.1 – Vantagens e desvantagens dos tipos de tração estudados.	3
Tabela I.2 – Tipos de locomotivas a operar na ferrovia.	4
Tabela I.3 – Tipos de vagões a operar na ferrovia.	4
Tabela I.4 – Trens-tipo de carga.	4
Tabela I.5 – Produção e produtividade das locomotivas.	5
Tabela I.6 – Produção e produtividade dos vagões.	5
Tabela I.7 – Velocidades e tempos de percurso dos trens.	6
Tabela I.8 – Quantidade necessária de locomotivas por horizonte de demanda.	6
Tabela I.9 – Quantidade necessária de vagões por horizonte de demanda.	6
Tabela I.10 – Investimento necessário em locomotivas, por horizonte de demanda.	7
Tabela I.11 – Investimento necessário em vagões, por horizonte de demanda.	7
Tabela I.12 – Estimativa de necessidades de acréscimo na capacidade da via, por horizonte de demanda.	8
Tabela I.13 – Resumo dos investimentos necessários em sistemas.	9
Tabela I.14 – Resumo dos investimentos necessários em locomotivas de serviço.	9
Tabela I.15 – Resumo dos investimentos necessários em vagões de serviço.	9
Tabela I.16 – Resumo dos investimentos necessários em guindastes socorro.	9
Tabela I.17 – Exemplo de estimativa de linhas, áreas e investimentos necessários nos polos de carga, no <i>ano x*</i>	11
Tabela I.18 – Investimentos em instalações de apoio.	12
Tabela I.19 – Investimentos por tipo de tração.	12
Tabela II.1 – Classificação dos terminais portuários.	16
Tabela III.1 – Classificação dos navios de acordo com capacidade e dimensões.	21
Tabela III.2 – Dimensões típicas de embarcações.	23
Tabela IV.1 – Resumo da infraestrutura dos terminais portuários.	28
Tabela V.1 – Exemplo de dimensões de comboio.	37

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CCO – Centro de Controle Operacional

CNT – Confederação Nacional do Transporte

CT – Capacidade de Tráfego

DGPS – *Differential Global Positioning System* (Sistema de Posicionamento Global Diferencial)

IMCO – *Intergovernmental Maritime Consultative Organization* (Organização Marítima Consultiva Internacional)

MDIC – Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior

SAT – Sistema de Acordo de Tráfego

SCC – Sistema de Controle Centralizado

SINART - Sociedade Nacional de Apoio Rodoviário e Turístico

APÊNDICE I – DETERMINAÇÃO DA MOVIMENTAÇÃO FERROVIÁRIA

APÊNDICE I – DETERMINAÇÃO DA MOVIMENTAÇÃO FERROVIÁRIA

Dessa forma, com a identificação dos fluxos de carga e dos volumes operados nos polos de carga, em cada horizonte de demanda, pode-se fazer o estudo operacional da ferrovia – como indicado no próximo item.

I. ESTUDO OPERACIONAL

O estudo operacional tem por objetivo principal o dimensionamento do material rodante e dos trens-tipo a serem utilizados no Sistema de Acordo de Tráfego – SAT, bem como a definição dos projetos de sistemas e instalações necessários à operação da via.

Assim, com esse estudo é possível:

- determinar os investimentos necessários em material rodante e sistemas para operação de trens;
- verificar a necessidade de ampliação da capacidade da via – o que poderá impactar os estudos de engenharia;
- determinar os investimentos e localizações das instalações de apoio, dos dormitórios, das equipagens das locomotivas e dos prédios de administração, do Centro de Controle Operacional – CCO e residências de via e sistemas.

Para tal, é necessário conhecer as características da via (projeto), incluindo o plano de vias, as características gerais das locomotivas e vagões a serem utilizados na operação da ferrovia, a demanda a ser atendida (meta de transporte) e os volumes operados nos polos de carga em cada horizonte de demanda.

Cabe destacar que a escolha do tipo de tração¹ dos trens influencia os estudos operacionais e, conseqüentemente, os custos operacionais e de investimento, uma vez que se reflete nos comprimentos dos desvios de cruzamentos e nos polos de carga, na necessidade de material rodante e nas suas instalações de apoio à manutenção.

¹ Cada tipo de tração representa uma alternativa de operação de trens, em função do número de locomotivas atuantes, envolvendo aspectos técnicos, operacionais, de investimentos e custos operacionais diferenciados.

Assim, é importante realizar estudos com diferentes tipos de tração, de modo a embasar a escolha da melhor opção/solução. Deve-se, então, apresentar uma tabela com as vantagens e desvantagens de cada tipo estudado, como indicado a seguir, de modo a resumir as principais questões dos estudos operacionais que embasaram a escolha do tipo de tração a ser adotado.

Tabela I.1 – Vantagens e desvantagens dos tipos de tração estudados.

TIPO DE TRAÇÃO	VANTAGENS (EXEMPLO)	DESVANTAGENS (EXEMPLO)
T ₁	Menor número de trens em operação	Maior investimento em desvios cruzam.
	Menor investimento em material rodante	Maior investimento em polos de carga

...		
T _n		

Tração escolhida para operar na via:	
--------------------------------------	--

A primeira parte do estudo operacional é a definição dos tipos de material rodante a serem utilizados na operação da ferrovia, como descrito a seguir.

I.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO MATERIAL RODANTE E DOS TRENS-TIPO

A determinação e a especificação do material rodante a ser adotado no Sistema de Acordo de Tráfego – SAT devem levar em consideração as características básicas e operacionais da ferrovia, sua capacidade de suporte, o equipamento mais moderno e de maior capacidade, bem como os tipos de mercadoria a serem transportados e, quando for o caso, a estimativa da demanda de passageiros.

As características básicas e operacionais da via incluem: extensão, raio mínimo e sua localização, rampa máxima e capacidade de suporte, desvios (extensão útil), entroncamentos, trens em operação (tipos: composição e velocidades) e localização das unidades de apoio (dormitórios de equipagens, postos de abastecimento, etc.).

Assim, a partir dessas considerações, é possível optar pelos tipos de locomotivas e vagões a serem utilizados na operação da ferrovia. Esses tipos devem ser listados,

indicando as devidas características fundamentais, como indicado nas Tabelas I.2 e I.3, de modo a permitir a caracterização dos trens-tipo que devem operar na via. Destaca-se que, quando se trata de ferrovia existente, já há material rodante em operação, que deverá, então, ser listado nessas tabelas, juntamente com os novos tipos escolhidos.

Tabela I.2 – Tipos de locomotivas a operar na ferrovia.

Tipo de locom.	Fabricante	Potência	Peso aderente	Dimensões			V _{mín.} -Reg. Cont.* (km/h)	Et** máx. Na velocidade mín.	
				Comprim.	Largura	Altura		Et	Aderência

* Velocidade mínima em regime contínuo.

** Esforço de tração.

Tabela I.3 – Tipos de vagões a operar na ferrovia.

Tipo de vagão	Produto	Peso máx. Admissível	Lotação		Vol. (m ³)	Tara	Peso Bruto Efetivo	Comprim. Médio
			Nominal	Efetiva				
MÉDIA	–							

Para determinar a quantidade de locomotivas e vagões necessários ao atendimento da demanda, é necessário definir os trens-tipo de carga e, quando for o caso, os de passageiros e mistos. Os trens-tipo devem ser listados por horizonte de demanda, indicando suas características para cada caso. A composição dos trens-tipo de carga deve ser determinada por sentido de tráfego (importação/exportação), como indicado na Tabela I.4, obedecendo aos limites impostos pelas características da via (geometria e capacidade de suporte) e pelo tipo de equipamento a ser utilizado (capacidade de tração das locomotivas e capacidade de carga dos vagões).

Tabela I.4 – Trens-tipo de carga.

Tipo de Trem	Sentido (Imp./Exp)	Quantidade		Tonelagem		Comprimento	
		Locomotivas*	Vagões	Útil	Bruta	Trem	Desvio
Grãos							
C. Geral							
...							

* A quantidade de locomotivas em cada trem depende do tipo de tração adotado.

Com o exposto, podem-se dimensionar o material rodante necessário para atender à demanda e os consequentes investimentos.

I.2 DIMENSIONAMENTO DO MATERIAL RODANTE

Para definir as necessidades de material rodante por tipo de produto, fluxo, sentido e horizonte de demanda, devem-se, primeiramente, estimar a produção e a produtividade das locomotivas e vagões, segundo seu tipo, como indicado nas tabelas a seguir.

Tabela I.5 – Produção e produtividade das locomotivas.

TIPO DE LOCOMOTIVA	PRODUÇÃO ANUAL			PRODUTIVIDADE POR LOCOMOTIVA		
	TKU*	TKB**	KM	TKU/LOC.	TKB/LOC.	KM/LOC.
TOTAL						

* TKU: Tonelada-quilômetro útil.

** TKB: Tonelada-quilômetro bruto.

Tabela I.6 – Produção e produtividade dos vagões.

Tipo de Vagão	Produção		Produtividade por Vagão	
	TKU*	km	TKU/ Vagão	km/ Vagão
TOTAL				

* TKU: Tonelada-quilômetro útil.

Além disso, é fundamental determinar, por segmento de projeto: as velocidades, os tempos de percurso e os ciclos dos trens.

As velocidades e os tempos de percurso são estimados com base nas características da via permanente, na extensão do trecho e nas características de desempenho das locomotivas, podendo-se utilizar para tal um simulador da operação de trens.

Já os ciclos dos trens são determinados com base nos tempos de percurso de cada trecho, nos dois sentidos, constituindo-se na soma dos tempos gastos nos terminais de carga e descarga, mais o tempo de percurso total.

Deve-se, então, apresentar um quadro-resumo, como o ilustrado pela Tabela I. 7, indicando a velocidade, o tempo de percurso e o ciclo por tipo de trem, sentido (importação/exportação) e segmento de projeto.

Tabela I.7 – Velocidades e tempos de percurso dos trens.

Tipo de Trem	Segmento de Projeto					Tração Adotada					
	Origem		Destino		EXT. (km)	Tempo de Percurso			Vel. Média		Ciclo*
	Nome	km	Nome	km		Sent. Exp.	Sent. Imp.	Total	Sent. Exp.	Sent. Imp.	

* Ciclo do trem = tempo de percurso total + tempos gastos nos terminais de carga e descarga.

Além disso, devem-se apresentar outros dois quadros: um com o resumo das quantidades necessárias de locomotivas por horizonte de demanda, por tipo de locomotiva e de trem, e outro com as quantidades necessárias de vagões por horizonte de demanda, por produto, tipo de vagão e tipo de trem. Esses quadros são ilustrados nas Tabelas I. 8 E I. 9.

Tabela I.8 – Quantidade necessária de locomotivas por horizonte de demanda.

Tipo de Trem	Tipo de Locomotiva	Quantidade de Locomotivas Necessárias		
		Ano 1	...	Ano N
TOTAL GERAL				

Tabela I.9 – Quantidade necessária de vagões por horizonte de demanda.

Tipo de Trem	Tipo de Vagão	Produto/ Serviço*	Quantidade de Vagões Necessários		
			Ano 1	...	Ano N
TOTAL GERAL					

* Considera-se serviço o transporte de passageiros (vagões tipo bagageiro ou com poltronas).

Os quantitativos de material rodante são definidos em função dos trens-tipo, das características operacionais e das necessidades diárias (de tonelagem e de trens), em função da demanda a ser transportada, definida pela meta de transportes. Assim, podem-se determinar os investimentos necessários em material rodante por horizonte de demanda. Esses investimentos devem ser apresentados em duas tabelas, como mostrado a seguir: uma para as locomotivas e outra para os vagões, indicando os custos unitários e totais, e os recursos a serem investidos por horizonte de demanda.

Tabela I.10 – Investimento necessário em locomotivas, por horizonte de demanda.

Tipo de Locomotiva	Custo		Investimento Necessário por Horizonte de Demanda		
	Unitário	Total	Ano 1	...	Ano N
TOTAL					

Tabela I.11 – Investimento necessário em vagões, por horizonte de demanda.

Tipo de Vagão	Custo		Investimento Necessário por Horizonte de Demanda		
	Unitário	Total	Ano 1	...	Ano N
TOTAL					

Esses estudos devem ser complementados com a comparação da capacidade de tráfego da ferrovia com o tráfego de trens previsto.

I.3 COMPARAÇÃO DA CAPACIDADE DE TRÁFEGO COM A DEMANDA PREVISTA

Para verificar a adequação da via proposta à demanda futura, deve ser analisada a capacidade necessária para atender aos fluxos dessa demanda.

Assim, devem-se considerar o número de trens/dia em função do trem-tipo, os tempos de ciclo dos trens, as características físicas da via e o tempo de interrupção para sua manutenção. Nesse contexto, a comparação da capacidade de tráfego da via com a demanda prevista por horizonte (inclusive considerando-se, caso necessário, os trens de passageiros e os em serviços internos), em número de trens, tem como objetivo identificar os gargalos existentes.

Assim, é possível determinar a necessidade de acréscimo na capacidade de um ou mais segmentos de projeto propostos, seja pela ampliação e/ou implantação de pátios ou desvios, seja pela duplicação do trecho. A Tabela I.12 apresenta a forma de tabulação dos dados técnicos descritos anteriormente, por segmento de projeto.

Tabela I.12 – Estimativa de necessidades de acréscimo na capacidade da via, por horizonte de demanda.

Segm. de projeto		Cap.*	Demanda Prevista						Demanda – Capacidade			Acréscimo Necessário na Capacidade (%)		
Origem	Destino		Ano 1			...			Ano 1	...	Ano n	Ano 1	...	Ano N
			Carga	Pass. Serv.	Total									

* Capacidade em número de (pares) trens/dia.

Identificados os acréscimos necessários na capacidade de cada trecho, deve ser proposto um novo plano de vias, com as alterações necessárias na infraestrutura da ferrovia. A partir do dimensionamento da via, devem ser definidos os sistemas necessários à operação ferroviária.

I.4 DETERMINAÇÃO DOS INVESTIMENTOS PARA OPERAÇÃO

Para garantir a segurança e a eficiência da gestão operacional da ferrovia, é necessário definir sistemas de telecomunicação, controle e sinalização e suas respectivas estimativas de investimento.

O Sistema de Telecomunicações é o principal, pois sua finalidade é permitir as interligações entre os demais sistemas.

Já o Sistema de Controle Centralizado – SCC tem por objetivo controlar as operações de despacho de trens, cuja segurança final é garantida pelos Sistemas de Sinalização e de Bordo. Dessa forma, toda a movimentação dos trens é comandada e supervisionada pelos despachadores do Centro de Controle Operacional – CCO.

Assim, deve-se apresentar uma tabela com o resumo dos investimentos necessários para cada sistema, como indicado na Tabela I.13.

Tabela I.13 – Resumo dos investimentos necessários em sistemas.

Sistema	Investimento Previsto	Observações
Sistema de Telecomunicações		
Sistema de Controle Centralizado		
Sistema de Sinalização		
Sistema de Controle de Bordo		
TOTAL		–

Além disso, devem ser calculados os quantitativos e investimentos necessários em material rodante para o serviço interno, equipamentos de via e guindastes socorro. Os resultados devem ser apresentados como indicado nas tabelas a seguir.

Além desses investimentos, devem ser determinados os gastos com polos de carga e instalações de apoio.

Tabela I.14 – Resumo dos investimentos necessários em locomotivas de serviço.

Tipo de Locomotiva	Serviço a Realizar	Total	Qtde. Necessária por Patamar de Demanda		
			Ano 1	...	Ano N
...					
TOTAL					
CUSTO					

Tabela I.15 – Resumo dos investimentos necessários em vagões de serviço.

Tipo de Vagão	Serviço a Realizar	Total	Qtde. Necessária por Patamar de Demanda		
			Ano 1	...	Ano N
...					
TOTAL					
CUSTO					

Tabela I.16 – Resumo dos investimentos necessários em guindastes socorro.

Tipo de Guindaste	Serviço a Realizar	Total	Quantidade Necessária por Patamar de Demanda		
			Ano 1	...	Ano N
...					
TOTAL					
CUSTO					

I.5 INVESTIMENTOS EM POLOS DE CARGA E INSTALAÇÕES DE APOIO FERROVIÁRIO

A elaboração dos projetos e investimentos nos polos de carga depende do tipo de tração adotado, considerando, ainda, os seguintes itens:

- volumes movimentados em cada polo de carga;
- pátios ferroviários, analisando-se a necessidade ou não de implantação de um retorno que permita o carregamento dos vagões sem manobrar ou desmembrar o trem;
- áreas destinadas à instalação de moegas, silos, armazéns e equipamentos para carga e descarga de caminhões e vagões, e prédios para escritórios dos clientes do terminal;
- acessos rodoviários externos e internos do terminal, inclusive com as áreas de estacionamento para caminhões e outros veículos;
- prédio administrativo do terminal.

Deve-se apresentar quadros com o resumo das estimativas de linhas, áreas e investimentos necessários nos polos de carga, como mostrado na Tabela I.17.

Assim como os polos de carga, as instalações de apoio à manutenção do material rodante (frota comercial e para serviço interno), dos equipamentos de via e dos guindastes socorro são projetadas após a definição da operação dos trens na ferrovia, sendo também essencial determinar o material rodante de apoio.

Para estabelecer os investimentos necessários à implantação dessas instalações, é fundamental definir suas localizações, em função da distribuição dos guindastes e equipes de socorro, dos dormitórios de equipagens de locomotivas, dos prédios administrativos, das residências de via e dos sistemas. Definidas as localizações e necessidades, as instalações são projetadas e orçadas.

No caso de instalações existentes, pode ser necessário realizar melhorias, que também devem ser projetadas e orçadas.

Deve-se, então, apresentar uma tabela indicando os investimentos estimados para as instalações de apoio, por patamar de demanda, como indicado a seguir.

Tabela I.17 – Exemplo de estimativa de linhas, áreas e investimentos necessários nos polos de carga, no *ano x**.

PÓLO DE CARGA	ATRIBUIÇÕES** (Exemplo)	MOVIMENTAÇÃO NOS PÓLOS DE CARGA NO HORIZONTE DE PROJETO (EXPORTAÇÃO + IMPORTAÇÃO)										TOTAL DE VAGÕES POR DIA	TOTAL DE TRENS POR DIA****	VOLUME ANUAL OPERADO (TU 10 ³)
		Unidade: Vagões/Dia												
		Grãos	Óleo de Soja	Adubo, Fertilizante	Álcool	Derivados do Petróleo	Açúcar	Algodão	Cimento	Carga Geral	Serviços***			
PC ₁	Carga/Descarga; Manut./ Recup./ Form. de Trens.													
PC ₂														
...														
PC _n														
TOTAL														

PÓLO DE CARGA (cont.)	QUANTITATIVOS E CUSTOS DE INVESTIMENTOS, EM R\$ 10 ³															INVESTIMENTO TOTAL NECESSÁRIO (R\$ 10 ³)	
	EXTENSÃO DAS LINHAS FERROVIÁRIAS E QUANTIDADE DE AMVs PREVISTOS NOS PÓLOS DE CARGA						ÁREA PARA INSTALAÇÃO DE PÁTIO FERROVIÁRIO, ARMAZÉNS, SILOS, GALPÕES, MOEGAS, ETC. (BASE: TU/m ² DE ÁREA)				ACESSOS RODOVIÁRIOS INTERNO E EXTERNO DO PÓLO DE CARGA (BASE: ÍNDICE TU/m ² DE ROD.)			PRÉDIO ADMINISTRATIVO DO PÓLO E OUTRAS OBRAS			
	"Pêra"		AMVs		Custo Total	Índice (TU10 ³ /m ²)	Área (m ²)	Custo/m ²	Custo Total	(m ²)	Custo/m ²	Custo Total	Área (m ²)	Custo/m ²	Custo Total		
Necessid.	Ext. (km)	Custo/km	Quantid.	Custo													
PC ₁																	
PC ₂																	
...																	
PC _n																	
TOTAL																	

* É necessária uma tabela desse tipo para cada horizonte de demanda considerado no estudo.

** As atribuições de um polo de carga podem ser: F.C./Int. trens = Formação, Cruzamento e Intercâmbio de trens; F.trens/C/D = Formação e Cruzamento de trens, Carga e Descarga de produtos.

*** Vagões necessários a produtos diversos ou a serviços.

**** Já considerando o tipo de tração adotado no projeto.

Tabela I.18 – Investimentos em instalações de apoio.

Tipo de Instalação	Investimentos Necessários por Horizonte de Demanda		
	Ano 1	...	Ano N
TOTAL			

Assim, estabelecidos os investimentos indispensáveis à operação da ferrovia, deve-se fazer um resumo geral para avaliação: a composição de todos esses investimentos.

I.6 COMPOSIÇÃO DOS INVESTIMENTOS

Após a análise dos estudos de engenharia e de transportes, deve ser composto o investimento total para operação por tipo de tração estudado, que é subsídio para a quantificação dos gastos com o projeto. A Tabela I.19 apresenta os itens dessa composição.

Tabela I.19 – Investimentos por tipo de tração.

TIPO DE TRACÇÃO	TIPO DE INVESTIMENTO	TOTAL	HORIZONTE DE PROJETO				
			A ₁	A ₂	A ₃	...	A _N
T ₁	Obra de eng. (anteprojeto)						
	Desvios a ampliar						
	Desvios a implantar						
	Polos de carga (terminais)						
	Pátios ferroviários						
	Sistemas p/ operação de trens						
	Aquisição de locomotivas: * p/ operação * p/ serviço						
	Aquisição de vagões: * p/ operação * p/ serviço						
	Equipamentos de apoio						

TIPO DE TRACÇÃO	TIPO DE INVESTIMENTO	TOTAL	HORIZONTE DE PROJETO				
			A ₁	A ₂	A ₃	...	A _N
	Instalações de apoio: * Oficinas de manut. de locom. * Oficinas de manut. de vag. * Postos revista e abastecim. * Dormitórios de equipagens * Residências de vias * Prédios administrativos						
	Total						
...	...						
T ₂	...						
<i>TRAÇÃO ESCOLHIDA</i>	TOTAL DE INVESTIMENTOS						

Por fim, após as análises técnicas que permitem a quantificação dos custos do projeto ferroviário, devem ser analisados os aspectos e custos ambientais.

APÊNDICE II – CLASSIFICAÇÃO DOS PORTOS MARÍTIMOS

APÊNDICE II – CLASSIFICAÇÃO DOS PORTOS MARÍTIMOS

Este Apêndice apresenta uma visão geral da classificação dos portos marítimos.

II. CLASSIFICAÇÃO DOS PORTOS

Os portos podem ser classificados, quanto à sua natureza – em termos de suas características primordiais de proteção e abrigo e de acessibilidade –, em naturais ou artificiais, conforme descrito a seguir.

- **naturais:** são aqueles em que as obras de melhoramento ligadas à proteção, abrigo e acessos às obras de acostagem são inexistentes ou de reduzida monta, pois as condições naturais já as provêm para a embarcação-tipo. Frequentemente são portos estuarinos com canais de barras de boa estabilidade;
- **artificiais:** são aqueles em que as obras de acostagem devem ser providas de obras de melhoramento de proteção, abrigo e acessos para a embarcação-tipo.

Se for levada em consideração a localização dos portos marítimos, estes podem ser:

- **portos exteriores:** situam-se diretamente na costa. Podem ser do tipo salientes à costa (ganhos à água), quando são implantados aterros que avançam sobre o mar – cais aderentes, píeres e pontes –, ou encravados em terra (ganhos à terra), quando são compostos por escavações formando dársenas ou docas;
- **portos interiores:** podem ser estuarinos, lagunares ou no interior de deltas;
- **portos ao largo:** localizam-se ao largo da zona de arrebentação, distantes da costa, podendo até mesmo não ser providos de abrigo – plataformas, dolphins, duques d'alba, boias e porto-ilha.

Os terminais que compõem a estrutura portuária são classificados conforme a localização dos terminais portuários – dentro ou fora da área do porto organizado – em públicos ou privados (privados).

O operador de cada terminal também pode ser um agente público ou privado, que utiliza o terminal somente para carga própria ou incluindo carga de terceiros.

A Tabela II. 1 apresenta as possibilidades de operações e suas respectivas denominações.

Tabela II.1 – Classificação dos terminais portuários.

Tipo de Terminal	Localização	Tipo de Operador	Uso	Tipo de Carga
Público	Dentro da área do porto organizado	Público (União)	Público	De terceiros
Público	Dentro da área do porto organizado	Privado/Privativo	Privativo de uso exclusivo	Própria
Público	Dentro da área do porto organizado	Privado/Privativo	Privativo de uso misto	De terceiros ou própria
Privativo (Privado)	Fora da área do porto organizado	Privado/Privativo	Privativo de uso misto	De terceiros ou própria
Privativo (Privado)	Dentro ou fora da área do porto organizado	Privado/Privativo	Privativo de uso exclusivo/privado	Própria

Fonte: Pesquisa Aquaviária CNT (2006).

Quanto ao tipo de carga movimentada e ao equipamento utilizado para sua movimentação, têm-se:

- **portos de carga geral:** são portos comerciais que movimentam carga geral, isto é, acondicionada em qualquer tipo de invólucro (sacaria, fardos, barris, caixas, bobinas, etc.) em pequenas quantidades.

Nos portos de carga geral, em princípio, qualquer carga pode ser movimentada, havendo uma tendência geral de unitização dessas cargas em contêineres;

- **portos especializados:** são aqueles que movimentam predominantemente determinados tipos de cargas, podendo ser de exportação ou internação de carga, como granéis sólidos ou líquidos (carga sem embalagem, como os minérios), contêiner, pesqueiros, de lazer (marinas), militares (bases navais), etc.

Cabe acrescentar que, atualmente, quase todos os portos marítimos, em geral de uso público, são do tipo *multipurpose* e apresentam grande diversidade de tipos de cargas movimentadas, inclusive carga geral. Neles, podem ser observados dársenas, píeres, trechos de cais de múltiplo uso e trechos contínuos ou isolados com berços dotados de instalações especializadas para contêineres, granéis sólidos, granéis líquidos, neogranéis e *roll-on-roll-off*, além de terminais de passageiros.

Vale ressaltar, ainda, que há portos relativos a atividades especiais, como: pesqueiros, militares, marinas (lazer e turismo), portos de serviços, de apoio e travessias, etc.

Também se observam, dentro e fora da área dos portos públicos organizados, que os terminais de uso privativo normalmente movimentam cargas a granel e, com menor intensidade, operam com carga unitizada e contêineres.

APÊNDICE III – TIPOS DE CARGA, EMBARCAÇÕES, INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS PORTUÁRIOS MARÍTIMOS

APÊNDICE III – TIPOS DE CARGA, EMBARCAÇÕES, INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS PORTUÁRIOS MARÍTIMOS

III. CONCEITOS E DEFINIÇÕES

III.1 TIPOS DE CARGAS

As cargas transportadas pelo modal portuário são divididas em três segmentos: granéis sólidos, granéis líquidos e carga geral.

Na identificação das características da carga, devem ser observados aspectos como: perecibilidade, fragilidade, periculosidade, dimensões e pesos considerados especiais (MDIC, 2007).

De forma geral, as cargas podem ser classificadas em:

- a. **Carga geral:** carga embarcada, com marca de identificação e contagem de unidades, podendo ser:
 - Solta (não unitizada): itens avulsos, embarcados separadamente em embrulhos, fardos, pacotes, sacas, caixas, tambores, etc.²;
 - Unitizada: agrupamento de vários itens em unidades de transporte, como contêineres, por exemplo.
- b. **Carga a granel (sólida ou líquida):** carga líquida ou seca, embarcada e transportada sem acondicionamento, sem marca de identificação e sem contagem de unidades:
 - Exemplos de granéis sólidos: minérios, carvão, bauxita, açúcar, trigo, farelos e grãos, entre outros.
 - Exemplos de granéis líquidos: petróleo, produtos petrolíferos e gases líquidos.
- c. **Carga frigorificada:** necessita ser refrigerada ou congelada para conservar as qualidades essenciais do produto durante o transporte (exemplos: frutas

² Esse tipo de carga gera pouca economia de escala para o veículo transportador, pois há significativa perda de tempo na manipulação, carregamento e descarregamento provocado pela grande quantidade de volumes.

frescas, pescados, carnes, etc.). Para tanto, essas cargas geralmente são transportadas em contêineres frigorificados.

- d. Carga perigosa:** é aquela que, devido à sua natureza, pode provocar acidentes, danificar outras cargas ou os meios de transporte ou, ainda, gerar riscos para as pessoas.
- É dividida pela Organização Marítima Consultiva Internacional – IMCO segundo as seguintes classes: I – explosivos; II – gases; III – líquidos inflamáveis; IV – sólidos inflamáveis; V – substâncias oxidantes; VI – substâncias infecciosas; VII – substâncias radioativas; VIII – corrosivos; e IX – variedades de substâncias perigosas.
- e. Neogranel:** carregamento formado por conglomerados homogêneos de mercadorias, de carga geral, sem acondicionamento específico, cujo volume ou quantidade possibilita o transporte em lotes, em um único embarque (exemplo: veículos).

III.2 TIPOS DE EMBARCAÇÃO

Os navios são construídos de forma adequada quanto à natureza da carga a ser transportada (embalada e unitizada, embalada fracionada, granel sólido, granel líquido, neogranéis, veículos, etc.), ou mesmo quanto à unidade de carga a ser utilizada, com o objetivo de atender às suas necessidades específicas (MDIC, 2007).

De acordo com suas dimensões e capacidade de carga (em DWT), podem ser classificados conforme a Tabela III.1.

Tabela III.1 – Classificação dos navios de acordo com capacidade e dimensões.

Navios	Capacidade		Comprimento (m)	Largura ou Boca (m)	Calado Cheio (m)	Velocidade (knots)
	DWT	TEU				
<i>Handysize</i>	10.000 a 36.000	2.500	160,0 a 199,0	23,0 a 30,2	9,0 a 11,0	14 a 18
<i>Ultra handymax</i>	50.000 a 55.000					
<i>Panamax</i>	50.000 a 83.000	4.500	190,0 a 295,0	32,2 a 32,3	12,0 a 14,0	23 a 24
<i>Capesize</i>	90.000 a 220.000	6.000	260,0 a 325,0	40,0 a 43,0	15,0 a 16,0	20 a 25
<i>Suez-Max</i>	150.000	8.000	270,0 a 350,0	45,0 a 47,0	15,0 a 17,0	18 a 26
<i>Post-Panamax</i>				> 32 m		

Em relação ao tipo de carga a ser transportada, a frota pode ser classificada em:

- **cargueiros:** transportam cargas em geral, incluindo-se produtos diversos que se distinguem ainda pela forma de manipulação e transporte. Estão nesse grupo mercadorias como: produtos agrícolas em sacarias, frutas e carnes transportadas em porões frigoríficos e carros e carretas, entre outros. Os cargueiros convencionais, para o transporte de carga geral, geralmente têm os porões divididos de forma a atender a diferentes tipos de carga;
- **graneleiros:** destinados ao transporte de granéis sólidos, líquidos e gasosos. Quando transportam granéis líquidos ou gasosos. São também conhecidos como navios-tanques;
- **refeers:** transportam carga refrigerada;
- **full container ships ou porta-contêineres:** transportam cargas unitizadas, containerizadas ou paletizadas. Para o transporte de contêineres, estes são alocados por meio de encaixes;
- **roll-on/roll-off:** classificados como navios *multipurpose*, são apropriados para o transporte de veículos, que são embarcados e desembarcados, por meio de rampas, com os seus próprios movimentos. Podem propiciar a conjugação com o transporte terrestre, ao carregarem a própria carreta ou o contêiner sobre rodas.

Destacam-se, ainda, outros tipos de embarcação, mas que têm pouca utilização atualmente:

- *lash* ou porta-barcaças: projetado para operar em portos congestionados, transporta, em seu interior, barcaças com capacidade de aproximadamente 400 toneladas ou 600 m³ cada uma, sendo elas embarcadas e desembarcadas na periferia do porto. Também se enquadram na classificação *multipurpose*;
- *sea-bea*: é o mais moderno tipo de navio mercante, pois pode acomodar barcaças e converter-se em graneleiro ou porta-contêiner.

A Figura III.1 ilustra as dimensões básicas de uma embarcação-tipo.

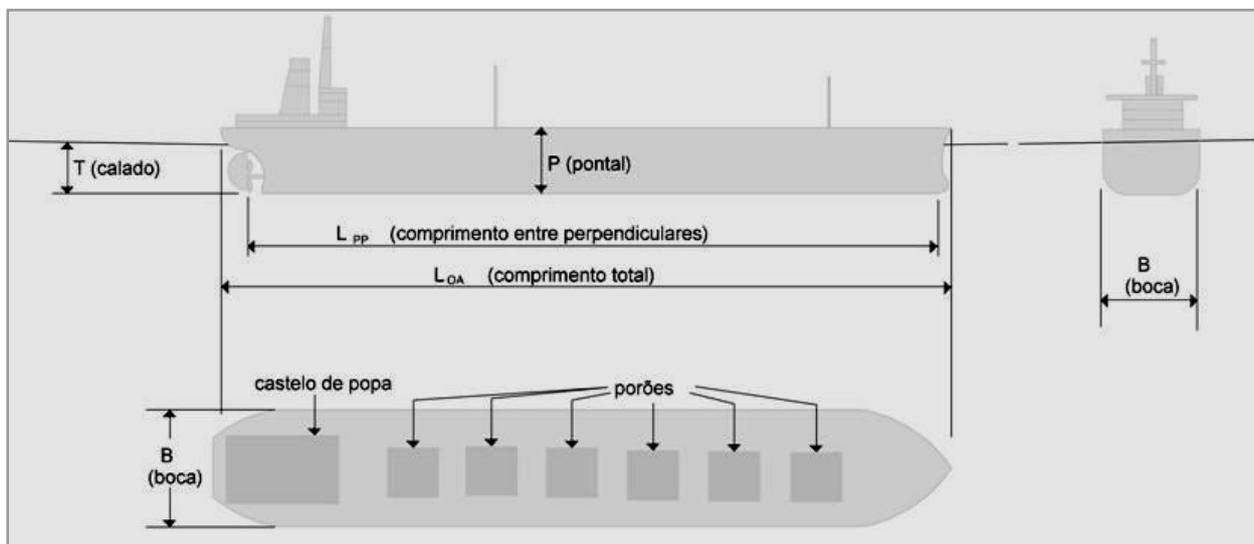


Figura III.1 – Dimensões características dos navios.

Fonte: ALFREDINI (2005).

Algumas das principais embarcações marítimas podem ser resumidas na Tabela III.2, em que são apresentadas as suas dimensões típicas – como indicado na Figura III.1. Essas dimensões devem ser consideradas principalmente para obras portuárias de ampliação e construção de berços, obras de dragagem e de derrocamento.

Tabela III.2 – Dimensões típicas de embarcações.

PORTE BRUTO (tpb)	DESLOCAMENTO (t)	COMPRIMENTO_{OA} (m)	COMPRIMENTO_{PP} (m)	BOCA (m)	CALADO (m)	COEFICIENTE DE BLOCO
Petroleiros (ULCC)						
500.000	590.000	415	392	73,0	24,0	0,86
400.000	475.000	380	358	68,0	23,0	0,85
350.000	420.000	365	345	65,5	22,0	0,85
Petroleiros (VLCC)						
300.000	365.000	350	330	63,0	21,0	0,84
275.000	335.000	340	321	61,0	20,5	0,84
250.000	305.000	330	312	59,0	19,9	0,83
225.000	277.000	320	303	57,0	19,3	0,83
200.000	246.000	310	294	55,0	18,5	0,82
Petroleiros						
175.000	217.000	300	285	52,5	17,7	0,82
150.000	186.000	285	270	49,5	16,9	0,82
125.000	156.000	270	255	46,5	16,0	0,82
100.000	125.000	250	236	43,0	15,1	0,82
80.000	102.000	235	223	40,0	14,0	0,82
70.000	90.000	225	213	38,0	13,5	0,82
60.000	78.000	217	206	36,0	13,0	0,81
Navios-tanques de Produtos Químicos						
50.000	66.000	210	200	32,2	12,6	0,81
40.000	54.000	200	190	30,0	11,8	0,80
30.000	42.000	188	178	28,0	10,8	0,78
20.000	29.000	174	165	24,5	9,8	0,73
10.000	15.000	145	137	19,0	7,8	0,74
5.000	8.000	110	104	15,0	7,0	0,73
3.000	4.000	90	85	13,0	6,0	0,74
Graneleiros						
400.000	464.000	375	356	62,5	24,0	0,87
350.000	406.000	362	344	59,0	23,0	0,87
300.000	350.000	350	333	56,0	21,8	0,86
250.000	292.000	335	318	52,5	20,5	0,85
200.000	236.000	315	300	48,5	19,0	0,85
150.000	179.000	290	276	44,0	17,5	0,84
125.000	150.000	275	262	41,5	16,5	0,84
100.000	121.000	255	242	39,0	15,3	0,84
80.000	98.000	240	228	36,5	14,0	0,84
60.000	74.000	220	210	33,5	12,8	0,82
40.000	50.000	195	185	29,0	11,5	0,80
20.000	26.000	160	152	23,5	9,3	0,78
10.000	13.000	130	124	18,0	7,5	0,78

PORTE BRUTO (tpb)	DESLOCAMENTO (t)	COMPRIMENTO _{OA} (m)	COMPRIMENTO _{PP} (m)	BOCA (m)	CALADO (m)	COEFICIENTE DE BLOCO
Porta-contêineres (Post-Panamax)						
70.000	100.000	280	266	42,8	13,8	0,65
65.000	92.000	274	260	41,2	13,5	0,64
60.000	84.000	268	255	39,8	13,2	0,63
55.000	76.500	261	248	38,3	12,8	0,63
Porta-contêineres (Panamax)						
60.000	83.000	290	275	32,2	13,2	0,71
55.000	75.500	278	264	32,2	12,8	0,69
50.000	68.000	267	253	32,2	12,5	0,67
45.000	61.000	255	242	32,2	12,2	0,64
40.000	54.000	237	225	32,2	11,7	0,64
35.000	47.500	222	211	32,2	11,1	0,63
30.000	40.500	210	200	30,0	10,7	0,63
25.000	33.500	195	185	28,5	10,1	0,63
20.000	27.000	174	165	26,2	9,2	0,68
15.000	20.000	152	144	23,7	8,5	0,69
10.000	13.500	130	124	21,2	7,3	0,70
Navios Ro-Ro						
50.000	87.500	287	273	32,2	12,4	0,80
45.000	81.000	275	261	32,2	12,0	0,80
40.000	72.000	260	247	32,2	11,4	0,79
35.000	63.000	245	233	32,2	10,8	0,78
30.000	54.000	231	219	32,0	10,2	0,75
25.000	45.000	216	205	31,0	9,6	0,75
20.000	36.000	197	187	28,6	9,1	0,75
15.000	27.500	177	168	26,2	8,4	0,74
10.000	18.400	153	145	23,4	7,4	0,73
5.000	9.500	121	115	19,3	6,0	0,71
Carga Geral						
40.000	54.500	209	199	30,0	12,5	0,73
35.000	48.000	199	189	28,9	12,0	0,73
30.000	41.000	188	179	27,7	11,3	0,73
25.000	34.500	178	169	26,4	10,7	0,72
20.000	28.000	166	158	24,8	10,0	0,71
15.000	21.500	152	145	22,6	9,2	0,71
10.000	14.500	133	127	19,8	8,0	0,72
5.000	7.500	105	100	15,8	6,4	0,74
2.500	4.000	85	80	13,0	5,0	0,77
Navios Transportadores de Veículos						
30.000	48.000	210	193	32,2	11,7	0,66
25.000	42.000	205	189	32,2	10,9	0,63
20.000	35.500	198	182	32,2	10,0	0,61
15.000	28.500	190	175	32,2	9,0	0,61

Fonte: ALFREDINI (2005).

III.3 INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS

Na sequência, são apresentados os equipamentos empregados em alguns tipos de movimentação de carga em um porto, considerando-se principalmente o caso de movimentação de carga geral.

1. **Movimentação de carga entre a embarcação e a plataforma:** as embarcações têm suas cargas movimentadas mediante guindastes de pórtico sobre trilhos, guindastes das embarcações ou guindastes móveis sobre pneus. A utilização dos guindastes da embarcação suplementada por guindastes móveis sobre pneus constitui-se em uma solução muito interessante, com exceção de condições de nível de água extremamente abaixo do nível do cais. Destaca-se que, enquanto os guindastes de pórtico sobre trilhos somente podem ser utilizados para carregar/descarregar as embarcações, os guindastes móveis sobre pneus podem ser usados para suspender cargas ao longo de toda a área portuária, sendo conseqüentemente, equipamentos mais versáteis.
2. **Movimentação de carga entre a plataforma e a área de estocagem:** nesse caso, a escolha do equipamento depende largamente das unidades de carga, da altura de empilhamento e de considerações quanto ao uso intensivo de equipamento *versus* o uso intensivo de mão-de-obra. Quando a distância não excede cerca de 100 m, as empilhadeiras são normalmente as preferidas. Para maiores distâncias, recomenda-se o uso de carretas.
3. **Movimentação no interior das áreas de estocagem em trânsito:** nas áreas de estocagem cobertas, predomina o uso de empilhadeiras, esteiras transportadoras e trabalho manual. Já nos pátios de estocagem a céu aberto, os guindastes móveis e empilhadeiras são preferencialmente utilizados.

No Quadro III.1, são apresentadas características, vantagens e desvantagens de algumas categorias comuns de equipamentos de movimentação de carga.

Quadro III.1 – Equipamentos para movimentação de carga geral.

TIPO	CARACTERÍSTICAS GERAIS	VANTAGENS	DESVANTAGENS
Empilhadeiras	Capacidade: 2-45 t Erguimento: 2,5-5 m	Indicada para erguimento, transporte a curta distância, carga e empilhamento.	Altas cargas nas rodas dianteiras.
Guindastes móveis sobre rodas pneumáticas	Capacidade: 2-40 t	Versátil: pode ser usado onde necessário e para todos os tipos de cargas.	Somente para erguimentos estacionários, não usado para transporte de cargas. Patolas são normalmente usadas nas operações. Cabine do operador muito baixa para os operadores olharem para baixo no porão do navio, devendo fiar-se na sinalização da tripulação do navio.
Cavalos motores e <i>trailers</i>	HP: 50-100 Capacidade: 10-20 t	Barato e relativamente fácil de manter.	Somente para transporte horizontal, devendo ser suplementado por equipamento de erguimento.

Fonte: ALFREDINI (2005).

Nos grandes portos comerciais, a operação de movimentação de cargas é realizada durante 24 horas, exigindo áreas dotadas de torres de iluminação.

Devido ao grande consumo de energia nas instalações portuárias, linhas elétricas de alta tensão devem garantir o adequado suprimento, se possível, permitindo autonomia de continuidade de abastecimento durante 24 horas.

APÊNDICE IV – CAPACIDADE E MOVIMENTAÇÃO PORTUÁRIA FLUVIAL E LACUSTE

APÊNDICE IV – CAPACIDADE DE MOVIMENTAÇÃO PORTUÁRIA FLUVIAL E LACUSTRE

IV. PORTOS E TERMINAIS PORTUÁRIOS FLUVIAIS E LACUSTRES

A localização e a descrição das instalações e equipamentos dos portos e/ou terminais portuários envolvidos, bem como suas retroáreas, acessos, pontos de transferências de cargas, berços e profundidades, entre outros elementos pertinentes do complexo fluvial são importantes para a avaliação das estruturas portuárias.

A Tabela IV.1 apresenta o resumo da infraestrutura básica a ser considerada nos levantamentos de portos fluviais.

Tabela IV.1 – Resumo da infraestrutura dos terminais portuários.

PORTO	KM	CANAL DE ACESSO		Nº DE ARMAZÉNS	Nº DE BERÇOS	CAP. SILOS (t)	Nº DE GUINDASTES	PROF. MÍNIMA (m)
		COMPRIMENTO	LARGURA					

Além disso, é fundamental levantar os tipos de carga atendidos e previstos para cada porto ou terminal portuário, bem como classificar esses portos.

IV.1 TIPOS DE CARGA

Na identificação das características da carga, devem-se observar aspectos como: perecibilidade, fragilidade, periculosidade, dimensões e pesos considerados especiais (MDIC, 2007). Os tipos de cargas já foram apresentados no Apêndice III.

IV.2 CLASSIFICAÇÃO DOS PORTOS E TERMINAIS PORTUÁRIOS EXISTENTES

A classificação operacional dos portos existentes tem como finalidade identificar o tipo de movimentação de cargas que é possível ao longo da hidrovia, em face das condições atuais, além de planejar as adequações necessárias para as movimentações futuras.

Além disso, a classificação dos portos permite verificar, da frota existente, quais embarcações têm possibilidade de operar em cada porto³.

A classificação dos portos se baseia em sete critérios principais:

- número de berços para atracação;
- capacidade de movimentação das cargas;
- profundidade nos acessos portuários;
- profundidade nos berços de atracação;
- tonelagem carregada e descarregada;
- valor das cargas importadas e exportadas;
- tonelagem líquida de registro das embarcações que entram no porto.

IV.2.1 MOVIMENTAÇÃO PORTUÁRIA

Na movimentação portuária, destacam-se, entre diversos fatores, o aspecto relativo ao tipo de carga transportada e as características da frota que atende a esse transporte. A combinação desses fatores resulta, principalmente, na logística portuária e na forma de transferência da mercadoria.

Quando se trata, por exemplo, de cargas a granel destinadas à exportação e transportadas por chatas fluviais, elas podem ser transferidas para os navios oceânicos por três tipos básicos de procedimentos:

- no meio do rio, diretamente das chatas para o navio (transbordo direto) – esse procedimento pode ser feito de forma isolada, afastada de portos convencionais, ou dentro de portos, na borda oposta ao cais onde o navio esteja atracado, recebendo ou não carga concomitantemente dos dois lados;
- descarga para o equipamento de cais – que elevará o granel retirado das chatas para despejar nos porões dos navios de longo curso;
- de forma indireta – alimentando os silos do cais, que, após armazenamento, carregarão os navios oceânicos que aportarem.

³ Assim, é necessário conhecer a frota disponível, para poder, a partir do projeto, definir a necessidade (ou não) de novas embarcações. O detalhamento do tipo de frota, instalações e equipamentos é apresentado no Apêndice 6.

Esses tipos de transferência determinam os custos de instalações, operação e equipamentos, que são partes integrantes nas análises financeiras e econômicas. Por essa razão, as justificativas das formas de logística devem ser descritas e detalhadas, com as devidas apropriações de custos ao longo da vida útil do projeto.

Questões específicas da logística portuária, tais como estações de transferências –geralmente utilizadas para complementar a carga que o navio não pode tomar no seu porto principal de carregamento por restrição de calado máximo –, são elementos dos estudos tecnológicos de funcionamento da hidrovia que influenciam sua viabilidade. Em resumo, devem-se ter indicados, por porto, a movimentação atual por tipo de carga, seus equipamentos, terminais, instalações e acessos, entre outros, de forma a permitir a avaliação da capacidade dos portos na hidrovia.

O exame das instalações portuárias e das estatísticas dos diferentes portos ao longo da hidrovia permite identificar os fluxos de mercadorias e produtos que atingem as cidades por via fluvial.

A estimativa do crescimento do fluxo de transporte e do uso das instalações determina a necessidade (ou não) de ampliação de áreas portuárias, construção de terminais ou instalação de equipamentos específicos para a movimentação de determinados produtos, entre outros, cujas adequações e instalações devem ser determinadas e apropriadas aos custos de investimento, no período de projeto.

IV.2.2 CAPACIDADE DOS PORTOS DA HIDROVIA

A determinação da capacidade portuária instalada associada ao projeto hidroviário, somada à análise da movimentação, permite a verificação da disponibilidade de capacidade existente. Esse levantamento deve ser feito por porto e tipo de carga.

É necessário identificar a forma de determinação da capacidade instalada máxima de cada porto, seja em função da movimentação máxima observada na série histórica, seja pelo cálculo de capacidade real, realizada por meio da análise operacional das instalações e equipamentos portuários em operação.

A partir da definição da capacidade dos portos do projeto hidroviário em análise, é possível classificar os portos existentes.

APÊNDICE V – ANÁLISE DA FROTA, INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS DE EMBARCAÇÕES FLUVIAIS E LACUSTRES

APÊNDICE V – ANÁLISE DA FROTA, INSTALAÇÕES E EQUIPAMENTOS DE EMBARCAÇÕES FLUVIAIS E LACUSTRES

Este Anexo apresenta as principais características das embarcações fluviais, frotas, instalações e equipamentos dos portos fluviais, bem como a análise dos fluxos hidroviários e o dimensionamento da frota.

V. CONCEITOS E DEFINIÇÕES

V.1 FROTAS E EMBARCAÇÕES FLUVIAIS E LACUSTRES

O veículo hidroviário constitui uma tecnologia totalmente diferente das tecnologias rodoviária e ferroviária, por deslocar-se dentro de um meio fluido – a água. Por isso, as características geométricas que afetam a construção de vias, interseções e terminais também são diferentes.

Destaca-se que este documento trata apenas de embarcações convencionais, deixando de lado tecnologias menos comuns – como aerobarcos, tipo hidrofólios e *hovercrafts*.

As embarcações convencionais podem ser divididas em dois tipos:

- embarcações unitárias – incluem navios e outros barcos autônomos, tais como barcos pesqueiros ou pequenos barcos fluviais;
- embarcações compostas – podem ser de dois tipos:
 - comboios fluviais de barcos com dirigibilidade, mas sem capacidade de locomoção própria, que são tracionados por um rebocador. São também chamados de comboios de puxa;
 - comboios fluviais de chatas sem dirigibilidade e locomoção próprias, que são unidos rigidamente por meio de cabos de amarração e impulsionados por um ou mais empurradores.

As embarcações fluviais normalmente são formadas por comboios, compostos por barcos sem motor – conhecidos como chatas – e barcos motores – conhecidos como rebocadores ou empurradores.

A tendência atual é a utilização de comboios de empurra – compostos por embarcações motorizadas que empurram as chatas com as maiores dimensões compatíveis com a hidrovia –, sendo os comboios de puxa usados apenas em locais onde as ondas ou os ventos podem afetar as ligações entre as chatas.

Naturalmente, as dimensões das embarcações estão associadas às características físicas e de navegabilidade das hidrovias e às características gerais definidas para seu uso – como tipo de carga, capacidade, local de operação, capacidade de manobra, velocidade e forma aerodinâmica. Esse dimensionamento é realizado com base na análise econômica operacional, voltada à minimização dos custos totais por tonelada transportada, que inclui os investimentos tanto nas embarcações como nas hidrovias, terminais e acessos⁴.

As características gerais desejáveis para qualquer tipo de embarcação fluvial são:

- pequeno calado, compatível com a mínima lâmina de água normalmente encontrada na hidrovia;
- dimensões adequadas aos raios de curvatura das curvas da hidrovia;
- proteção para os apêndices do casco (lemes, hélices, pés-de-galinha, etc.);
- boas características de manobra;
- estabilidade dinâmica para guinadas bruscas;
- ampla visibilidade do passadiço;
- comando das máquinas no passadiço;
- recursos para desencilhe por meios próprios;
- capacidade adequada de armazenagem de combustível e recurso para tratamento da água do rio;
- disponibilidade de radar com grande poder de discriminação a distância (ótimo recurso para evitar bocas falsas, sacados, etc.);
- disponibilidade de holofote com foco de luz direcional, concentrado, sem formação de halo;
- disponibilidade de ecobatímetro capaz de determinar profundidades muito pequenas e indicar continuamente o perfil do fundo.

⁴ Tem-se buscado a padronização das dimensões das embarcações, visando à otimização das obras hidroviárias, à navegação ininterrupta por meio de balizamento adequado e à unificação da carga geral com contêineres.

A Quadro V.1 resume as principais características que devem ser observadas na definição das embarcações-tipo.

Quadro V.1 – Principais características das embarcações-tipo.

Característica	Descrição
Comprimento (L)	Distância entre as verticais que passam pelos extremos de popa e proa.
Largura ou boca (B)	Distância entre as verticais tangentes aos extremos de bombordo e boroeste da seção mestra (maior transversal).
Calado (T)	Distância entre a quilha e a linha de água da seção mestra, ou seja, a altura crítica da parte imersa na água, que é o que influencia a compatibilidade da embarcação com a profundidade do canal em que ela navega – varia com o carregamento da embarcação.
Borda Livre (BL)	Distância da linha de água ao convés principal.
Superestrutura (SE)	Estrutura construída sobre o convés principal.
Altura emersa (h)	Distância entre a linha de água e o topo da embarcação-tipo, sendo igual à soma da borda livre e da superestrutura ($BL + SE$) – também varia com o carregamento da embarcação.
Pontal (P)	Altura entre a quilha e o convés principal, sendo igual à soma do calado e da borda livre ($C + BL$).
Peso útil ou <i>deadweight</i> de carga (DWT_{carga})	Peso da carga transportada.
Peso leve ou peso operacional básico (PO)	Peso da embarcação sem carga; inclui o peso do casco, motor e equipamentos.
Deslocamento, peso bruto, porte bruto ou <i>deadweight</i> (DWT)	Soma do <i>deadweight</i> de carga e do peso operacional básico: $DWT = DWT_{carga} + PO$.
Deslocamento total	Peso do volume de água deslocado pela embarcação.
Porte bruto ou capacidade de carga	Diferença entre o deslocamento total e o peso operacional básico, medido em tonelagem de porte bruto (TBP).

No que se refere ao transporte de carga, várias conquistas da tecnologia contribuíram para acelerar a racionalização em matéria de diversificação de tipos de embarcações.

Algumas das principais tendências atuais para a escolha das embarcações empregadas na navegação interior são:

- a. a tendência de desaparecimento dos tipos mais variados de embarcações, pela modificação dos gabaritos das vias em que trafegam;
- b. a procura de unificação das cargas diversas, com o uso de contêineres e outros equipamentos similares;

- c. a especialização das embarcações, visando a determinados tipos de carga;
- d. a busca de padronização das dimensões;
- e. a constituição de empresas armadoras, com enormes frotas de embarcações padronizadas;
- f. o aumento da potência dos motores, a melhoria dos sistemas propulsivos e de manobras e o emprego de modernos métodos de construção naval;
- g. a utilização de automotores em canais e alguns rios menores, para transporte rápido entre pontos fixos, especialmente de cargas de rápido manuseio nos portos (como os granéis);
- h. a utilização cada vez mais intensa de comboios de empurra, na maior dimensão compatível com a via;
- i. a utilização dos modernos meios eletrônicos para facilitar e aumentar a segurança da navegação (radar, ecobatímetro, radiotelefonia, cartas eletrônicas, etc.);
- j. a melhoria das condições de vida das tripulações a bordo;
- k. a navegação ininterrupta (diurna e noturna), graças ao balizamento apropriado e ao emprego de tripulantes em número que permita o necessário rodízio.

As dimensões da embarcação a ser utilizada para fins de dimensionamento das obras de engenharia não são, necessariamente, as da maior embarcação que pode navegar na via navegável. Na Figura V.1, são apresentadas as dimensões de um comboio-tipo, enquanto a Figura V.2 ilustra exemplos de comboios-tipo.

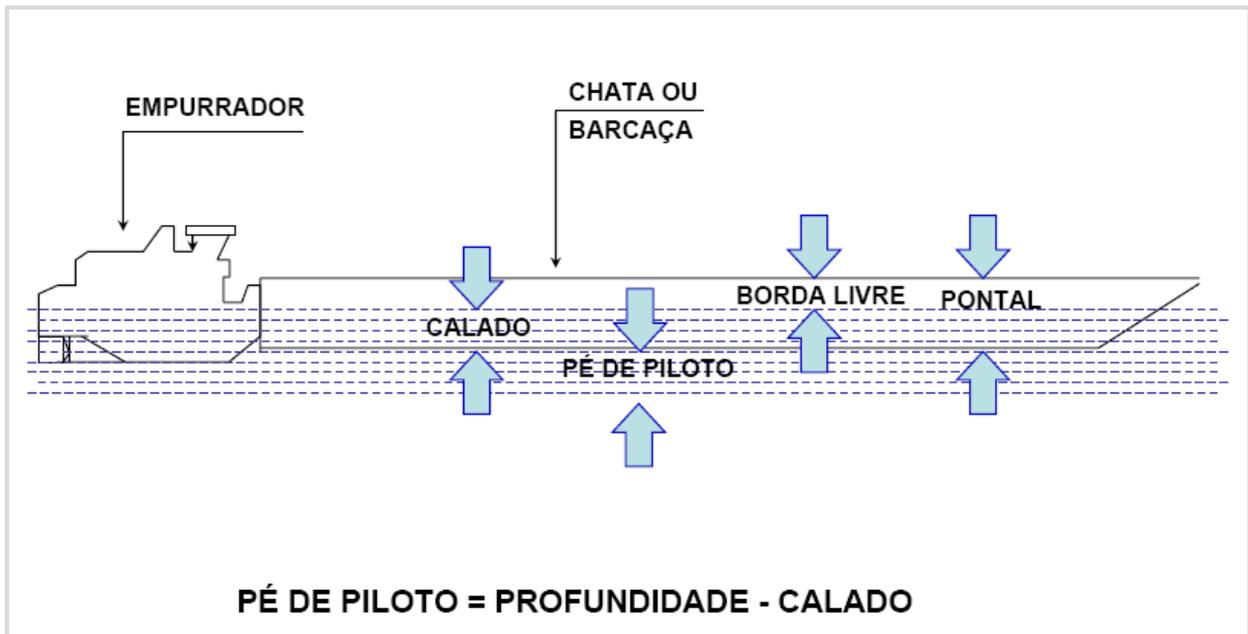


Figura V.1 – Características de um comboio-tipo.

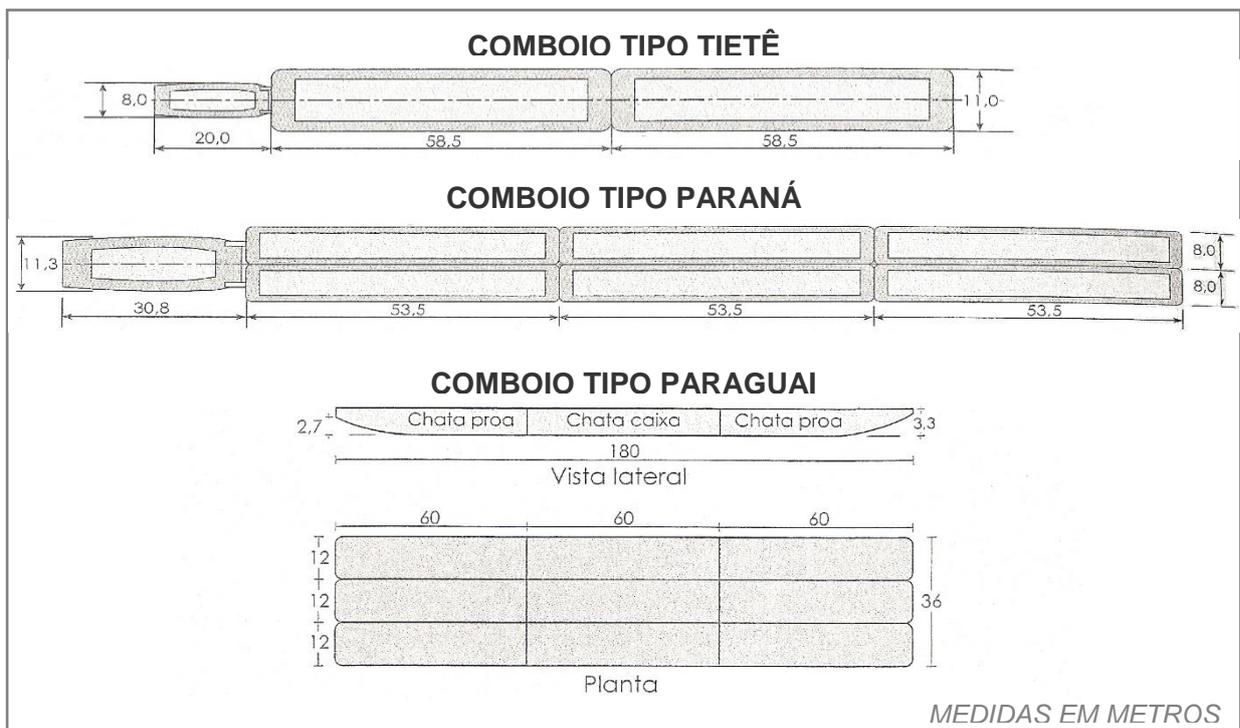


Figura V.2 – Exemplos de comboios-tipo.

Fonte: ALFREDINI (2005).

Por sua vez, a Tabela V.1 mostra um exemplo de características básicas de um comboio-tipo para navegação na hidrovía do rio Paraguai, no trecho entre Ladário e Assunção.

Tabela V.1 – Exemplo de dimensões de comboio.

Características Básicas	Empurrador	Chatas tipo Caixa	Chatas tipo Semi-Integrada
Comprimento total	30 m	40 m	60 m
Boca moldada	12 m	12 m	12 m
Pontal	2,20 m	3,30 m	3,30 m
Calado máximo	1,20 m	2,70 m	2,70 m
Deslocamento máximo	302 t	2.080 t	1.880 t
Deslocamento leve	100 t	300 t	240 t
Potência nominal	2.200 HP	-	-
Capacidade de carga	-	1.780 TPB	1.640 TPB

A escolha da tecnologia do veículo adequada a um determinado problema de transporte depende de um grande número de variáveis do sistema e do meio ambiente em que ele funciona, sendo essencial para o sucesso na escolha a correta identificação do tipo de serviço demandado pelos potenciais usuários do sistema.

Entre os fatores que devem ser levados em consideração na escolha da tecnologia, podem-se enumerar os seguintes:

- necessidade de uso de dispositivos de unitização de cargas;
- problemas tecnológicos de controle do veículo nas vias;
- grau de utilização de mão-de-obra na operação dos veículos;
- restrições de capacidade das vias;
- tipo, conveniência e demanda pelo serviço oferecido.

Assim, para compor os comboios, é necessário conhecer os principais tipos de embarcações que os compõem. Neste documento, as embarcações estão divididas conforme ilustrado na Figura V.3.

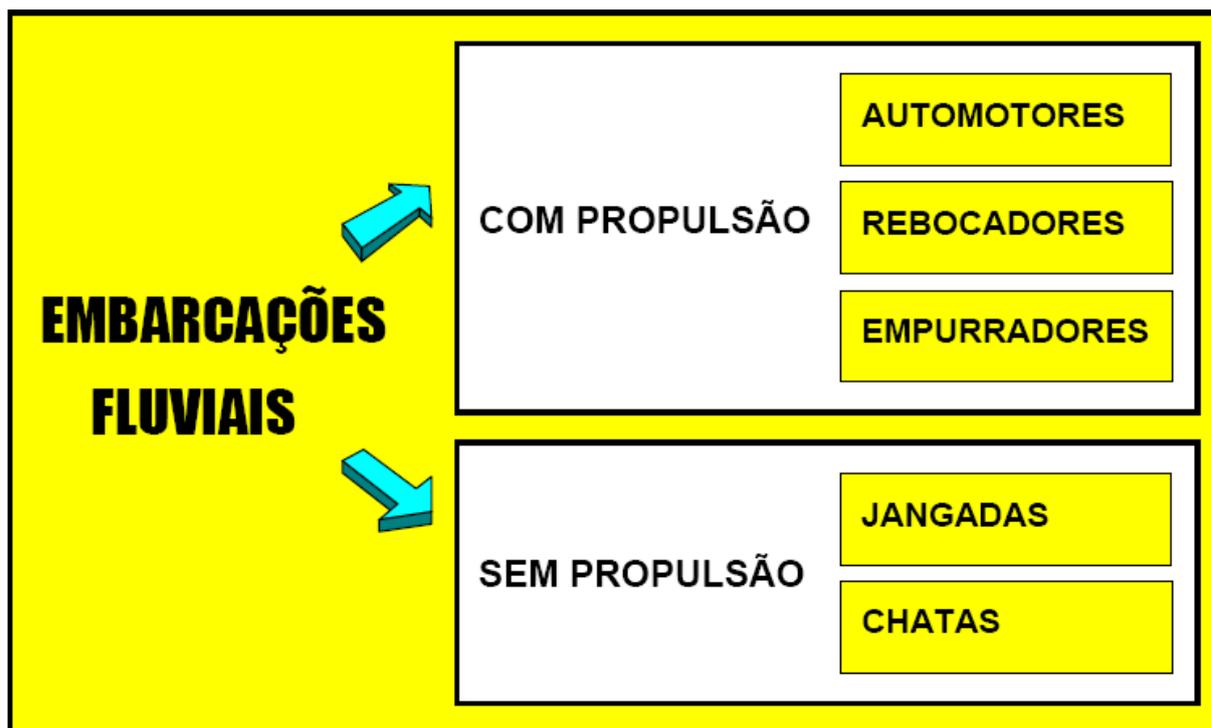


Figura V.3 – Tipos e classificação das embarcações fluviais.

A seguir, é descrito cada um desses tipos de embarcação.

V.1.1 AUTOMOTORES

Os automotores, em virtude de sua versatilidade, são embarcações apropriadas ao emprego em hidrovias pioneiras, em que a carga movimentada ainda não atinge valores que compensem a adoção de grandes comboios de empurra, bem como nas hidrovias consolidadas para cargas de rápida movimentação – como, por exemplo, os granéis líquidos –, pois é possível com eles obter maiores velocidades médias de percurso.

As embarcações fluviais automotoras assemelham-se às marítimas pela total independência de tráfego, por disporem de propulsão própria. A diferenciação está ligada ao menor calado, comparativamente ao comprimento e à boca, à pequena borda livre entre a linha de água e o convés – por navegarem em águas abrigadas – e às baixas estruturas para facilitar a navegação sob estruturas com pequenas alturas livres.

Nas Figuras V.4 e V.5, respectivamente, apresentam-se exemplos de um automotor fluvial e a configuração de um automotor operado como empurrador.

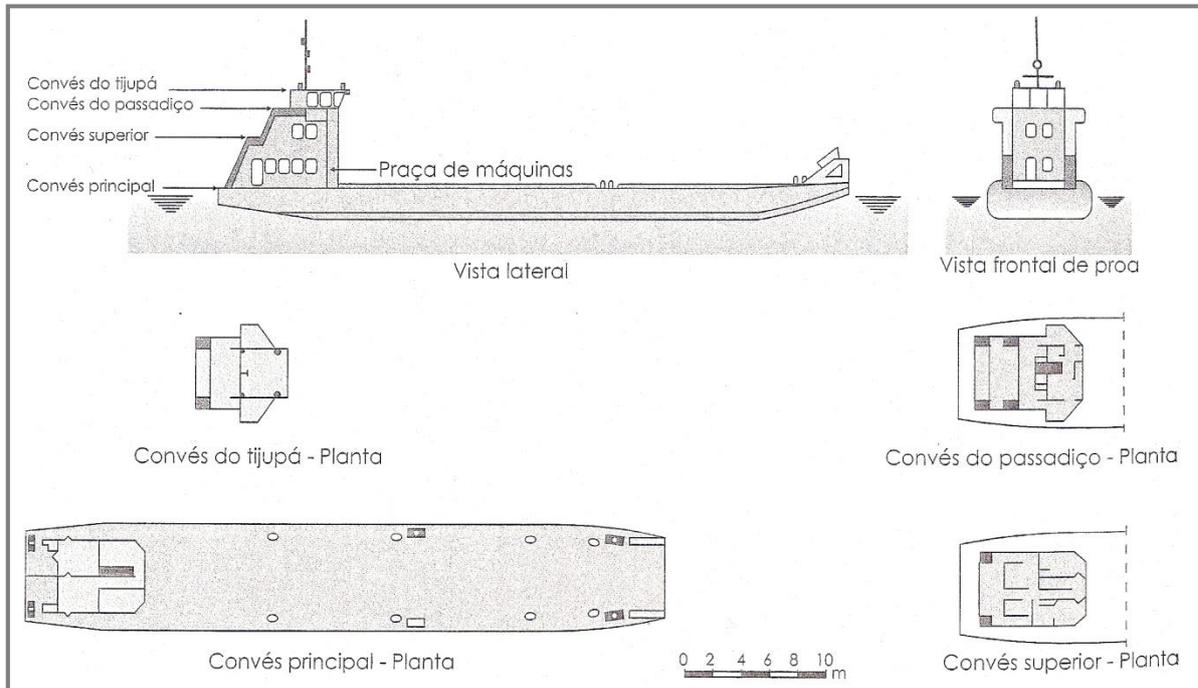


Figura V.4 – Automotor fluvial.

Fonte: ALFREDINI (2005).

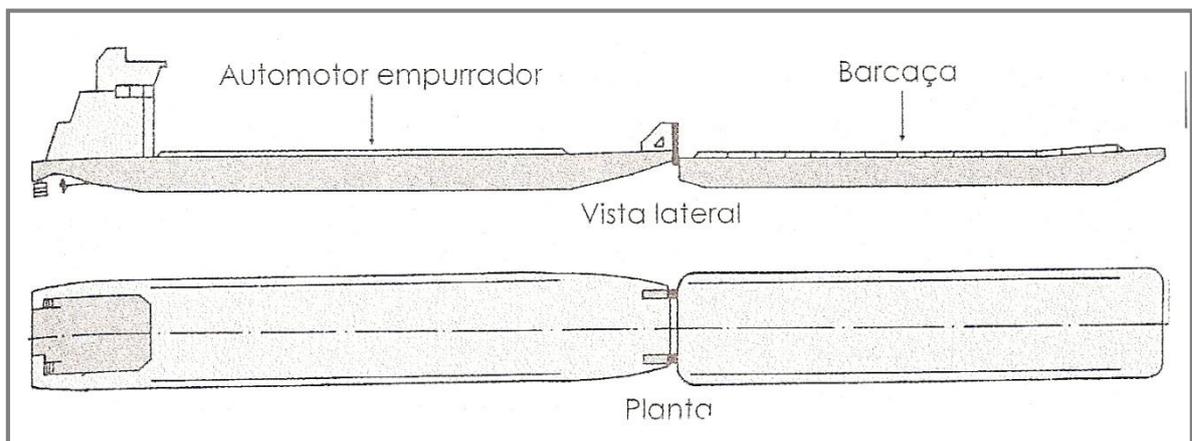


Figura V.5 – Configuração do automotor Araguaia operado como empurrador.

Fonte: ALFREDINI (2005).

V.1.2 EMPURRADORES E REBOCADORES

Os empurradores são embarcações dotadas de meios próprios de propulsão e manobra, destinados a deslocar chatas de empurra em um comboio de empurra. Eles dispõem de uma ampla plataforma, na qual se encontram as estruturas de sustentação, compostas por perfis verticais articulados com as embarcações que deverão ser

movimentadas pela pressão do barco automotor. As Figuras V.6 e V.7 apresentam exemplos dessas embarcações.

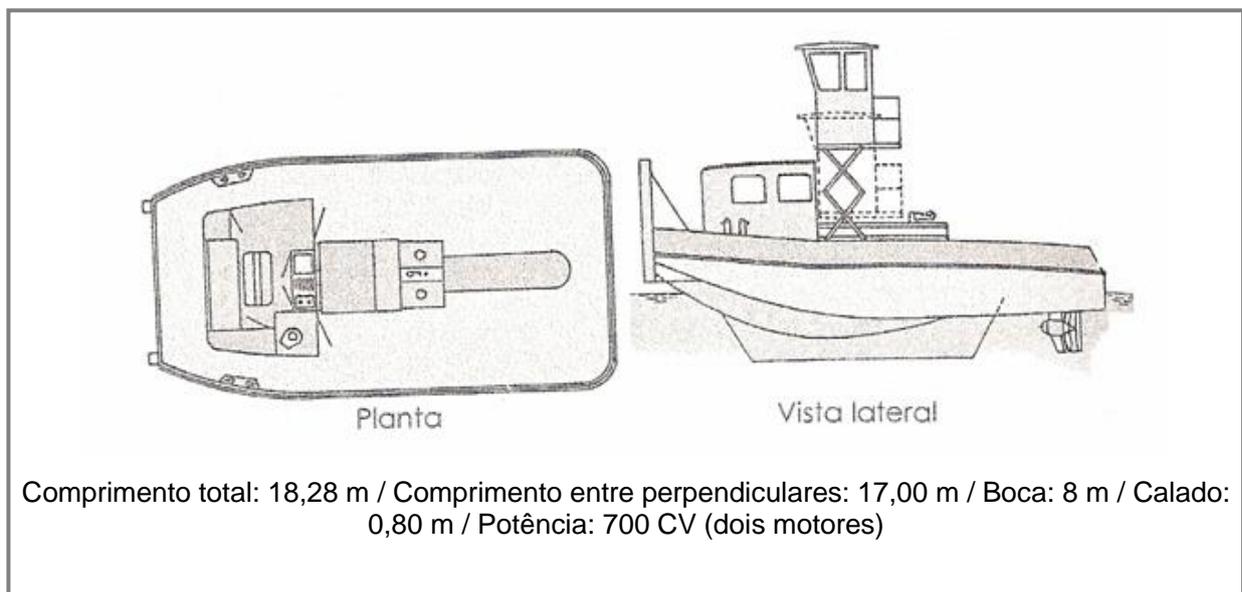


Figura V.6 – Empurrador fluvial provido de cabine retrátil para passagem sob pontes com insuficiente tirante de ar.

Fonte: ALFREDINI (2005).

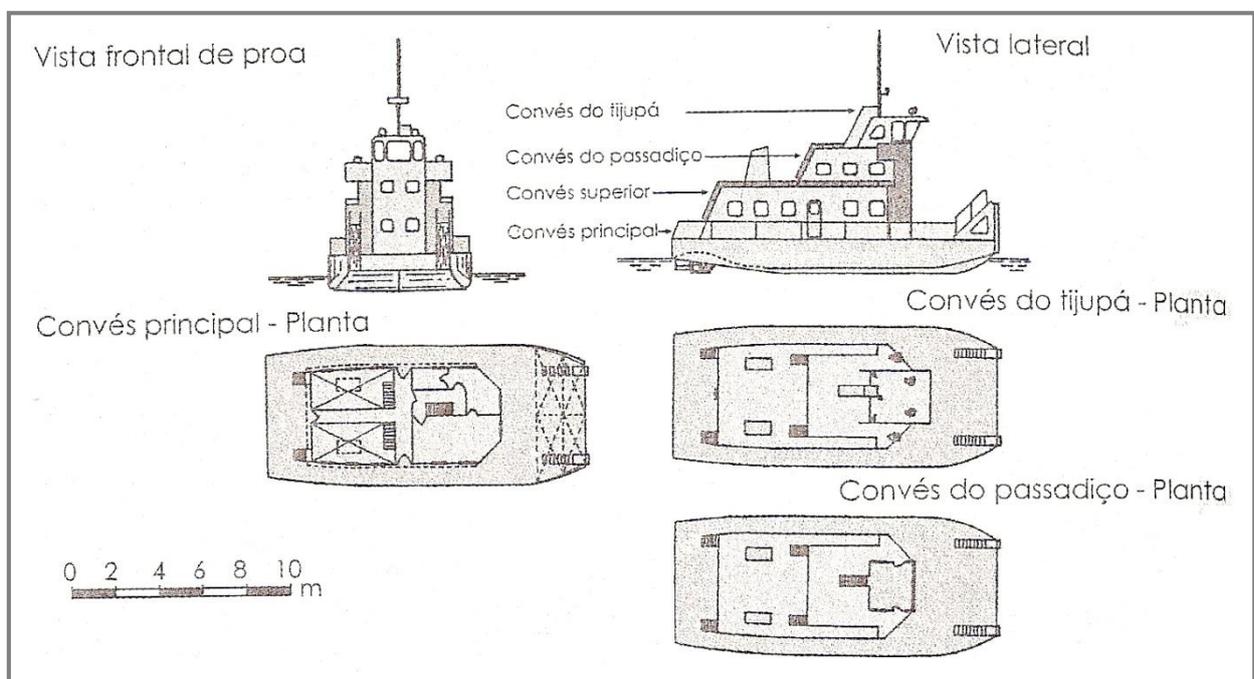


Figura V.7 – Empurrador fluvial para o sistema Tocantins-Araguaia.

Fonte: ALFREDINI (2005).

V.1.3 BARCAÇAS OU CHATAS

As barcaças ou chatas são embarcações com ou sem propulsão própria, com fundo chato, destinadas ao transporte de granéis líquidos ou secos. Quando sem propulsão, seu movimento é provido por um rebocador ou empurrador.

Assim, constituem-se em embarcações com formas predominantemente retilíneas, propiciando facilidade de construção a baixo custo e favorecendo o acoplamento em conjunto para o transporte de cargas – as chatas acopladas a empurradores dispensam propulsão, leme e tripulação.

Três tipos básicos são empregados na navegação de empurra, dando origem aos comboios não integrados, aos semi integrados e aos integrados.

De acordo com o tipo de carga a que se destinam, as chatas podem apresentar as seguintes características:

- chata de uso múltiplo pela diversificação das cargas – essa embarcação apresenta convés corrido e fechado, permitindo o transporte de granéis em seus porões, bem como carga geral (sacaria, fardos, amarrados, etc.) e veículos no convés.

Suas dimensões características são:

- comprimento: $L = 36$ m;
- largura ou boca: $B = 8$ m;
- calado: T de 0,7 a 1,6 m;
- pontal: $P = 20$ m;
- capacidade de carga máxima nos porões: 433 m^3 (volumétrica) ou 286 TPB;
- chata de casco duplo para transporte de granéis sólidos – destinada ao transporte exclusivo de granéis sólidos (grãos, minérios, materiais de construção, fertilizantes, etc.). As paredes do casco têm sua estrutura reforçada.

Suas dimensões características são:

- comprimento: $L = 36$ m;

- largura ou boca: $B = 8$ m;
- calado: T de 0,7 a 1,6 m;
- pontal: $P = 2,0$ m;
- capacidades de carga nos porões: de 52 a 286 TPB;
- deslocamento total de 137 t a 371 t.

Para as vias fluviais canalizadas (ou canais artificiais), a tendência para as embarcações consiste em um comprimento (L) de 50 m, uma boca (B) de 8 m e um calado (T) entre 1,8 m e 3,0 m.

Por sua vez, as chatas para comboios semi integrados têm uma face carenada e outra vertical, visando à redução do número de juntas com descontinuidade, sendo as faces verticais acopladas umas às outras.

Já para comboios integrados, as chatas têm proa e popa retangulares verticais de forma paralelepípedica (chatas tipo caixa ou alvarenga), minimizando a descontinuidade nas juntas das filas, com chatas especiais semi integradas, idênticas na proa e na popa.

V.1.4 COMBOIOS DE EMPURRA

Um comboio de empurra é constituído pelo agrupamento de um ou mais empurradores⁵ e de uma ou várias chatas de empurra, formando um conjunto rígido.

Há sempre interesse de se dispor do maior comprimento possível do comboio, com o objetivo de se obter maior velocidade para a mesma potência, condição essa limitada pela geometria da hidrovia (raios de curvatura e vãos das pontes) e pela condição de navegação a favor da corrente.

A largura máxima admissível ao comboio é determinada pelas características da via: larguras, vãos livres das pontes e larguras das câmaras das obras de transposição.

⁵ Os empurradores concentram toda a capacidade de propulsão e manobra do comboio integrado.

Os comboios integrados constituem o melhor aproveitamento de volume,⁶ menor custo das chatas e maior rendimento propulsivo, sendo mais empregados para o transporte especializado entre destinos determinados (minérios e grãos) ou de combustíveis líquidos (de rápido manuseio nos terminais hidroviários) – situações em que os comboios se mantêm íntegros no percurso.

Já os comboios semi integrados e não integrados são mais utilizados com cargas diversas movimentadas entre vários terminais.

V.1.5 EMBARCAÇÕES ESPECIALIZADAS

Em regiões isoladas, carentes de outros modais de transporte, as embarcações podem ter arranjos e compartimentações internas específicas, permitindo, com adaptações no convés, o transporte de cargas de reduzido volume ou de grande peso específico, e podendo ser adaptadas ao transporte de passageiros. Além disso, há a necessidade de embarcações auxiliares, destinadas ao suprimento de equipamentos suplementares e reparos em caso de avarias. Assim, conhecidas as embarcações, é importante observar as tecnologias associadas ao transporte e apoio à navegação, apresentadas a seguir.

V.1.6 EQUIPAMENTOS DE APOIO À NAVEGAÇÃO

A determinação das tecnologias associadas ao conjunto de embarcações necessárias ao transporte e apoio à navegação se refere a outro conjunto importante de elementos de projeto. As principais tecnologias necessárias à utilização das embarcações na navegação hidroviária são:

- Radares – instrumentos que auxiliam a navegação, dando-lhe mais segurança e precisão;

⁶ O melhor aproveitamento de volume advém do maior coeficiente de bloco (relação entre a capacidade volumétrica e o volume do paralelepípedo equivalente à seção mestra com o comprimento total).

- Ecobatímetro – instrumento que, por meio de ondas eletromagnéticas (ressonância), identifica a distância (altura) entre a quilha da embarcação e o fundo do rio;
- *Differential Global Positioning System* – DGPS (Sistema de Posicionamento Global Diferencial) – instrumento que fornece o posicionamento da embarcação via satélite. Esse dispositivo é utilizado na hidrovia do rio Madeira, por exemplo;
- *Boat thruster*⁷ – pequena embarcação que funciona como leme de proa. É monitorada por controle remoto da cabine de comando do empurrador e emite fluxo de água lateralmente, resultando em um incremento exponencial de manobrabilidade do comboio para rios sinuosos, eliminando a ocorrência de batidas em margens e barrancos, além de diminuir significativamente o tempo de navegação;
- Empurrador com propulsão azimutal – embarcação que propicia maior manobrabilidade, já que possui propulsores que giram 360°, aumentando em 10 vezes a eficiência em relação aos lemes convencionais.⁸

V.1.7 ANÁLISE DO ATENDIMENTO DOS FLUXOS HIDROVIÁRIOS – DIMENSIONAMENTO DA FROTA

Considerando-se uma hidrovia que une dois terminais hidroviários – um de importação (I) e outro de exportação (E) – distantes entre si de uma extensão d , e sabendo-se que anualmente deve ser transportada uma tonelagem t , é possível dimensionar previamente uma frota de embarcações que atenda a essa produção.

Tendo-se a definição da tonelagem de porte bruto – W da embarcação-tipo e de suas velocidades de cruzeiro carregada – v_c e em lastro – v_l , bem como das taxas de

⁷ Em virtude da sinuosidade do trecho, o trem de chatas é propelido por um empurrador com propulsão azimutal e auxiliado nas manobras por uma pequena embarcação, disposta na proa do comboio, denominada *boat thruster*.

⁸ Considerando o estado da via – de passos de navegação com bancos de areia, objetos flutuantes (paus e galhos), linhas e redes de pesca –, o sistema de propulsão convencional sofre sistematicamente avarias, o que obriga a docagem da embarcação para reparos.

Com o sistema azimutal, basta apertar um botão para que todo o conjunto propulsor pivoteie e saia da água, onde os reparos podem ser efetuados com o navio flutuando e em qualquer local da hidrovia.

carregamento – τ_E e de descarga – τ_I nos terminais (já considerando tempos de manobras de atracação/desatracação), é possível estimar o número de embarcações necessárias para atender à operação contínua ao longo de um ano.

Esse cálculo pode ser efetuado no caso de via livre, mas também com eclusas – cuja caracterização é dada pelo tempo de transposição total – T_0 das eclusas da hidrovia.

Assim, determina-se o tempo de ciclo (em horas) para um comboio por meio da seguinte expressão:

$$t = \frac{d}{v_c} + \frac{d}{v_l} + 2 \sum_i T_{ii} + \frac{W}{\tau_E} + \frac{W}{\tau_I} \quad (1)$$

em que:

- t : tempo de ciclo (horas);
- d : distância entre os terminais hidroviários considerados;
- v_c : velocidade de cruzeiro da embarcação carregada;
- v_l : velocidade de cruzeiro em lastro;
- T_0 : tempo de transposição total das eclusas (horas);
- W : tonelagem de porte bruto;
- τ_E : taxa de carregamento;
- τ_I : taxa de descarga.

Dessa forma, a capacidade de tráfego – CT para um comboio operando as h horas do ano resulta em:

$$CT = \left(\frac{W}{t} \right) \times h \quad (2)$$

obtendo-se, então, o número de embarcações (n) de:

$$n = \frac{t}{CT} \quad (3)$$

Na prática, é necessário dispor de um número maior de embarcações, levando em conta a necessidade de manutenção, além de outras contingências.

Destaca-se que esse cálculo simplificado permite verificar pontos singulares críticos no transporte, que controlam a capacidade de tráfego da hidrovia, tais como filas nos terminais hidroviários ou nas eclusas, o que permite otimizar a operação hidroviária.

V.1.8 MOVIMENTAÇÃO DE CARGA ENTRE A EMBARCAÇÃO E A PLATAFORMA

As embarcações têm suas cargas movimentadas mediante guindastes de pórtico sobre trilhos, guindastes das embarcações ou guindastes móveis sobre pneus.

A utilização dos guindastes da embarcação suplementada por guindastes móveis sobre pneus pode ser uma solução muito interessante, com exceção de situações em que a condição de nível de água seja extremamente abaixo do nível do cais.

Ressalta-se que, enquanto os guindastes de pórtico sobre trilhos podem ser utilizados somente para carregar/descarregar as embarcações, os guindastes móveis sobre pneus podem ser empregados para suspender cargas ao longo de toda a área portuária, sendo, conseqüentemente, equipamentos mais versáteis.

V.1.9 MOVIMENTAÇÃO DE CARGA ENTRE A PLATAFORMA E A ÁREA DE ESTOCAGEM

A escolha do equipamento para movimentação das cargas entre a plataforma e a área de estocagem depende amplamente das unidades de carga, da altura de empilhamento e de considerações quanto ao uso intensivo de equipamentos *versus* uso intensivo de mão de obra. Quando a distância não excede cerca de 100 m, as empilhadeiras são normalmente as preferidas. Para maiores distâncias, recomenda-se o uso de carretas.

V.1.10 MOVIMENTAÇÃO NO INTERIOR DAS ÁREAS DE ESTOCAGEM EM TRÂNSITO

Nas áreas de estocagem cobertas, predomina o uso de empilhadeiras, esteiras transportadoras e trabalho manual. Por sua vez, nos pátios de estocagem a céu aberto, os guindastes móveis e as empilhadeiras são preferencialmente utilizados. O Quadro V.2 resume características, vantagens e desvantagens de algumas categorias comuns de equipamentos de movimentação de carga.

Nos grandes portos comerciais, a operação de movimentação de cargas é realizada 24 horas, exigindo iluminação das áreas, que são dotadas de torres de iluminação. Com isso, devido ao grande consumo de energia nas instalações portuárias, linhas elétricas de alta tensão devem garantir o adequado suprimento, se possível permitindo autonomia de continuidade de abastecimento permanentemente.

Quadro V.2 – Equipamentos para movimentação de carga geral.

Tipo	Características gerais	Vantagens	Desvantagens
Empilhadeiras	Capacidade: 2-45 t Erguimento: 2,5-5 m	Indicadas para erguimento, transporte a curta distância, carga e empilhamento.	Altas cargas nas rodas dianteiras.
Guindastes móveis sobre rodas pneumáticas	Capacidade: 2-40 t	Versáteis: podem ser usados onde necessário e para todos os tipos de carga.	Somente para erguimentos estacionários, não usados para o transporte de cargas. Patolas são normalmente usadas nas operações. Cabine do operador muito baixa para os operadores olharem para baixo no porão do navio, devendo fiar-se na sinalização da tripulação do navio.
Cavalos motores e trailers	HP: 50-100 Capacidade: 10-20 t	Baratos e relativamente fáceis de manter.	Somente para transporte horizontal, devendo ser suplementados por equipamento de erguimento.

Fonte: ALFREDINI (2005).

APÊNDICE VI – DESCRIÇÃO DAS VIAS NAVEGÁVEIS DO SISTEMA HIDROVIÁRIO NACIONAL

APÊNDICE VI – DESCRIÇÃO DAS VIAS NAVEGÁVEIS DO SISTEMA HIDROVIÁRIO NACIONAL

VI. SISTEMA HIDROVIÁRIO BRASILEIRO

Na sequência, são apresentadas informações sobre as vias navegáveis que compõem o sistema brasileiro de hidrovias.

Quadro VI.1 – Descrição das vias navegáveis.

Rio	Pontos Extremos dos Trechos Navegáveis	Extensão Aproximada (m)
BACIA AMAZÔNICA		
Amazonas	Foz/Benjamin Constant	3.108
Negro	Manaus/Cucuí	1.210
Branco	Foz/Confluência Urariguera/Tacutu	577
Juruá	Foz/Cruzeiro do Sul	3.489
Tarauacá	Foz/Tarauacá	660
Embira	Foz/Feijó	194
Javari	Foz/Boca do Javari-Mirim	510
Japurá	Foz/Vila Bittencourt	721
Iça	Foz/Ipiranga	368
Purus	Foz/Sena Madureira (Norio Iaco)	2.846
Acre	Foz/Brasiléia	796
Madeira	Foz/Confluência Mamoré/Beni	1.546
Guaporé	Foz/Cidade de Mato Grosso	1.180
Tapajós	Santarém/Itaituba	359
Xingu	Porto Moz/Altamira (Belo Monte)	298
Tocantins	Belém/Peixe	1.731
Araguaia	Foz/Balisa	1.800
Mamoré	Foz/Confluência com Guaporé	225
BACIA DO NORDESTE		
Mearim	Foz/Barra da Corda	470
Grajaú	Foz/Grajaú	500
Pindaré	Foz/Pindaré-Mirim	110
Itapirucu	Foz/Colinas	565
Parnaíba	Foz/Santa Filomena	1.176
Balsas	Foz/Balsas	225
BACIA DO SÃO FRANCISCO		
São Francisco	Foz/Piranhas	208
	Cachoeira Itaparica/Ponto Real (Iguatama)	2.207
Paracatu	Foz/Buriti	286
Velhas	Foz/Sabará	659

Rio	Pontos Extremos dos Trechos Navegáveis	Extensão Aproximada (m)
Paraopeba	Foz/Florestal	240
Grande	Foz/Barreiras	358
Preto	Foz/Ibipetuba	125
Corrente	Foz/Santa Maria da Vitória	95
BACIA DO LESTE		
Doce	Foz/Ipatinga	410
Paraíba do Sul	Foz/Jacareí	670
BACIA DO SUDESTE		
Ribeira do Iguape	Foz/Registro	70
Jacuí	Foz/Dona Francisca	370
Taquari	Foz/Mussum	205
Caí	Foz/São Sebastião do Caí	93
Sinos	Foz/Paciência	47
Gravataí	Foz/Gravataí	12
Jaguarão	Foz/Jaguarão	32
Camaquã	Foz/São José do Patrocínio	120
Lagoa Mirim	Pelotas/Santa Vitória do Palmar	180
Lagoa dos Patos	Porto Alegre/Rio Grande	230
BACIA DO PARAGUAI		
Paraguai	Foz do Apá/Cáceres	1.323
Cuiabá-São Lourenço	Foz/Rosário do Oeste	785
Taquari	Foz/Coxim	430
Miranda	Foz/Miranda	255
BACIA DO PARANÁ		
Piracicaba*	Foz/Paulínea*	
Paraná	Foz/Iguaçu/Confluência Paranaíba/Grande	808
Paranapanema	Foz/Salto Grande	421
Tietê	Foz/Mogi das Cruzes	1.010
Pardo	Foz/Ponto da Barra	170
Ivinheima	Foz/Confluência Brilhante	270
Brilhante	Foz/Ponto Brilhante	67
Inhanduí	Foz/Ponto Tupi	79
Paranaíba	Foz/Escada Grande	787
Iguaçu	Foz/Curitiba	1.020
BACIA DO URUGUAI		
Uruguai	Barrado Quaraí/Iraí	840
Ibicuí	Foz/Confluência do Santa Maria	360
TOTAL GERAL		39.904

*Trecho incluído pela Lei nº 6.630, de 1979.

Fonte: BRASIL (1973).

Quadro VI.2 – Interligações hidroviárias.

INTERLIGAÇÃO	TRECHO A SER TORNADO NAVEGÁVEL
Paraguai-Guaporé	Foz do Jarú-Cidade de Mato Grosso
Paraná-Paraguai	Rio Paraná-Coxim
Paranaíba-São Francisco	Escada Grande-Buriti (Rio Paracatu)
Tietê-Paraíba do Sul	Mogi das Cruzes-Jacareí
Taquari-Araguaia	Coxim-Balisa
Ibicuí-Jacuí	Vacacaí-Ibibuí
Canal do Varadouro	Baía de Paranaguá-Baía de Cananéia
Canal Santa Maria	Rio Sergipe-Rio Vaza Barris
Canal Tartaruga-Jenipapocu e Arari	Na Ilha de Marajó

Fonte: BRASIL (1973).

APÊNDICE VII – INFORMAÇÕES GERAIS SOBRE PRINCIPAIS AEROPORTOS BRASILEIROS

APÊNDICE VII – INFORMAÇÕES GERAIS SOBRE PRINCIPAIS AEROPORTOS BRASILEIROS

Aeroporto Internacional de Brasília (Juscelino Kubitschek) – o Aeroporto Internacional de Brasília é o terceiro em movimentação de passageiros e aeronaves do Brasil. Por sua localização estratégica, é ponto de conexão para destinos em todo o País.

Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro (Galeão - Antônio Carlos Jobim) – com uma área de 17,88 km² é a atual porta de entrada de todos os voos internacionais e nacionais que servem o Estado do Rio de Janeiro, exceto voos da ponte aérea e aqueles que partem de, e para cidades do interior do estado; possui dois terminais de passageiros (TPS1 e TPS2); o aeroporto ainda é servido de um terminal de carga aérea, além de possuir a Base Aérea do Galeão situada em seu perímetro.

Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro (Santos Dumont) – situado também na cidade do Rio de Janeiro/RJ, principal aeroporto utilizado para ponte aérea com o Estado de São Paulo, junto com o Galeão, formam os dois principais aeroportos do Estado do Rio de Janeiro. O aeroporto Santos Dumont está localizado no centro comercial da capital carioca.

Aeroporto de Angra dos Reis – é administrado pelo Governo do Estado do Rio de Janeiro e operado pela empresa Angra Aero-Portos Ltda., desde 2005, por meio de um contrato de concessão; para atender à nova demanda do transporte aéreo da região, considerando ao desenvolvimento do turismo e a realização de grandes eventos esportivos como Copa e Jogos Olímpicos, projetos de ampliação da pista de pouso, da área de segurança RESA (área de segurança de fim de pista) por aterro no mar, implantação do novo pátio de aeronave, ampliação do pátio principal de 12.000m² para 24.000m² e construção da nova pista de taxi.

Aeroporto Internacional de Cabo Frio – pertencente ao Estado do Rio de Janeiro, localizado na Região dos Lagos, que tem como atividade principal o transporte de cargas, vai melhorar seu desempenho em relação ao embarque e desembarque de passageiros e o apoio *offshore* ao setor de petróleo; conforme informações do Governo do Estado do Rio de Janeiro, em razão das demandas da Copa do Mundo, Olimpíadas e da exploração do Pré-Sal, foi assinado um convênio entre o Estado e a Prefeitura de Cabo Frio para realizar mais uma série de obras.

Aeroporto de Jacarepaguá (Roberto Marinho) – está localizado na baixada de Jacarepaguá, aproximadamente 30 km do centro do Rio de Janeiro; segundo a Infraero, o Aeroporto tem por objetivo atender aos voos não regulares das empresas de táxi aéreo, da aviação geral e do Aeroclub do Brasil; atualmente o aeroporto, em função de sua localização, está em evidência pelos grandes empresários da aviação executiva e para o Transporte *offshore* em consequência da prospecção e extração do petróleo da camada Pré-Sal da Bacia de Santos; desde o Panamericano, realizado em 2007, as características do aeroporto foram modificadas radicalmente. O volume de movimentos de aeronaves e passageiros vem crescendo devido à demanda.

Aeroporto Internacional de São Paulo (Guarulhos – Governador André Franco Montoro) – localizado na região metropolitana da cidade de São Paulo/SP, o Aeroporto Internacional de São Paulo, em Guarulhos, (também conhecido como Cumbica), divide com o Aeroporto de São Paulo (Congonhas), a maior percentagem do tráfego aéreo do Brasil que passa pelo estado.

Aeroporto Internacional de Viracopos (Campinas) – segundo informações publicadas pela Infraero, o Aeroporto Internacional de Viracopos está localizado em um dos mais importantes polos tecnológicos do País, na cidade de Campinas/SP, atualmente um dos mais expressivos centros de investimento da Infraero; localizado a 14 quilômetros do centro de Campinas/SP e a 99 quilômetros de São Paulo/SP, o Aeroporto Internacional de Viracopos tem acesso pelas rodovias estaduais Santos Dumont, Bandeirantes e Anhanguera; esse aeroporto está vocacionalmente voltado para atender ao transporte de cargas, e para tanto, o seu terminal de Logística de Carga de Importação e Exportação possui uma área de mais de 81 mil metros quadrados.

Aeroporto Internacional de São Paulo (Congonhas) – este aeroporto localizado na capital do Estado de São Paulo assemelha-se ao aeroporto Santos Dumont na cidade do Rio de Janeiro; o aeroporto de Congonhas recebeu em média 580 movimentações por dia, no ano de 2012, entre pousos e decolagens, e mais de 16 milhões de passageiros, interligando São Paulo a 29 localidades.

Aeroporto Campo de Marte (São Paulo) – localizado na zona norte de São Paulo, próximo ao Terminal Rodoviário Tietê, à estação Carandiru do metrô e à marginal Tietê; conforme a Infraero, o aeroporto opera exclusivamente com aviação

geral, executiva, táxi aéreo, escolas de pilotagem como o Aeroclube de São Paulo; também estão “hangarados” no aeroporto o Serviço Aerotático das Polícias Civil e Militar; Campo de Marte abriga a maior frota de helicópteros do Brasil.

Aeroporto Internacional Tancredo Neves (Confins) – está localizado nos municípios de Confins e Lagoa Santa, na região metropolitana de Belo Horizonte/MG; as informações publicadas pela Infraero indicam que o Aeroporto concentra em suas instalações sistemas de avançada tecnologia, um terminal de carga aérea totalmente automatizada, pista de pouso com 3000m x 45m dotada de equipamentos para pouso de precisão e todos os demais auxílios às operações aeronáuticas.

Aeroporto de Uberaba (Mário de Almeida Franco/Minas Gerais) – segundo a Infraero, é destinado ao tráfego de aeronaves da Aviação Regular e Aviação Geral servindo como portal de entrada de Uberaba/MG, no Triângulo Mineiro; ainda conforme informações da Infraero, Uberaba é o polo agroindustrial que tem no aeroporto uma operação 24h, para pousos e decolagens com segurança e comodidade contando ainda com vias de acesso rápido com facilidades de acessibilidades que colocam o aeroporto como um dos mais bem localizados do interior de Minas Gerais.

Aeroporto de Uberlândia (Tenete-Coronel Aviador César Bombonato) – segundo informações da Infraero, o Aeroporto de Uberlândia/MG, é o 3º maior do Estado e tem capacidade para atender mais de 600 mil passageiros por ano; serve uma rica região onde a indústria, agropecuária, comércio e o setor de serviços se destacam; a região conta também com um número grande de universidades, e tem se firmado como um importante destino brasileiro para o turismo de negócio; o aeroporto tem acompanhado o crescimento da aviação e do polo industrial da região.

Aeroporto de Montes Claros (Mário Ribeiro) – Esse aeroporto é diretamente ligado às operações do Aeroporto Internacional Tancredo Neves (Confins) em voos regionais entre a Capital Mineira e a região que utiliza o aeroporto Montes Claros/MG; a Infraero concluiu, em outubro de 2011, as obras de melhorias que visaram adequações dos itens de acessibilidade contemplando a construção de três sanitários acessíveis, nove rampas, instalação de oito balcões de *check-in* acessível, piso tátil ao longo do terminal de passageiros, novas sinalizações horizontais e verticais e avisos em Braille.

Aeroporto Internacional Afonso Pena (Curitiba) – teve suas instalações iniciais executadas para o funcionamento de uma base aérea, e data do período da Segunda Guerra Mundial; com o tempo, seu uso foi entendido para voos civis, e durante os anos de 1970 sua administração foi transferida para a Infraero; o prédio onde funcionava o antigo terminal de passageiros foi totalmente reformulado para se tornar um moderno terminal de carga aérea, com uma área total de 12 mil metros quadrados.

Aeroporto Governador José Richa de Londrina (Paraná) – a revitalização da pista de pousos e decolagens consta das ações governamentais sob regime direto e administração federal pela Infraero; esse aeroporto, até 2012, possuía as seguintes condições físicas e operacionais:

- Sítio Aeroportuário: 727.193,25 m²
- Pátio de Aeronaves: 40.293,07m²
- Estacionamento de aeronaves: 9 posições
- Pista (dimensões – comprimento x largura): 2.100m x 45m
- Terminal de Passageiros: 5.820 m²
- Capacidade/ano: 2,6 milhões de passageiros
- Estacionamento de veículos - Capacidade: 385 vagas

Aeroporto Internacional de Foz do Iguaçu (Cataratas) – Segundo a Infraero aeroporto está localizado na BR 469/PR - km 16,5 - Rodovia das Cataratas, a 13 Km do centro da cidade, 12 Km das Cataratas do Iguaçu, 10 Km da Ponte Tancredo Neves (Argentina), 20 Km da Ponte da Amizade (Paraguai), 30 Km da Usina Hidrelétrica de Itaipu; todos os anos a cidade recebe milhares de turistas; sua situação geográfica faz, naturalmente, a porta brasileira do Mercosul; futuramente, será também porta de entrada e saída obrigatória do corredor bioceânico central.

Aeroporto Internacional Hercílio Luz (Florianópolis, Santa Catarina) – localizado na capital catarinense, este aeroporto é a porta de entrada para o Estado por via aérea; até 2012, a estrutura física e operacional consta de:

- Sítio Aeroportuário: 9.086.589 m²
- Pátio de Aeronaves (principal): 20.187 m²
- Estacionamento de aeronaves: nove para aeronaves da aviação regular, 5 para aeronaves da aviação geral.

- Pista (dimensões – comprimento x largura): 2.300m x 45m, 1.500m x 45m
- Terminal de Passageiros: 9.440 m²
- Capacidade/ano: 4,1 milhões de passageiros
- Estacionamento de veículos - Capacidade: 539 vagas

Aeroporto Forquilha (Criciúma, Santa Catarina) – o Aeroporto passou a ser administrado pela Infraero a partir de março de 2006; a empresa firmou convênio com o Governo do Estado de Santa Catarina para prestação de serviços de administração, operação, exploração, manutenção e desenvolvimento da infraestrutura daquele terminal; até então, o aeroporto estava sob administração do Governo Estadual;

Aeroporto Internacional de Navegantes (Ministro Victor Conder, Santa Catarina) – segundo a Infraero, as mais importantes linhas aéreas nacionais fazem voos diários com ligação direta para Porto Alegre, São Paulo e Rio de Janeiro, que a partir delas, interligam Navegantes a todo o país; em novembro de 2011 o Aeroporto ultrapassou a marca de 1 milhão de passageiros.

Aeroporto Lauro Carneiro De Loyola de Joinville (Santa Catarina) – Joinville, maior cidade do estado de Santa Catarina e a terceira da região Sul, é considerada ainda o terceiro maior Polo Industrial do sul do País, portanto, é fundamental a existência de um aeroporto neste local para atender a demanda da região; segundo a Infraero Joinville é o principal polo econômico e populacional do estado e a região possui um amplo calendário de eventos, além de atender uma demanda turística considerável; os usuários são principalmente passageiros com perfil executivo, empresarial e turístico de eventos.

Aeroporto Internacional Salgado Filho (Porto Alegre) – com base nas informações publicadas pela Infraero, o Aeroporto Internacional Salgado Filho conta com um segundo terminal de passageiros, aberto em dezembro de 2010; o Terminal 2, aproveita a estrutura do antigo terminal de passageiros do aeroporto, que passou por reformas e adequações para garantir o bom atendimento aos usuários; com base ainda nas informações da Infraero sabe-se que o movimento médio diário (chegadas e partidas) do Aeroporto é de 174 aeronaves de voos regulares, ligando Porto Alegre/RS direta ou indiretamente a todas as capitais do país, às cidades do interior dos estados do Sul e São Paulo, além de linhas internacionais com voos diretos aos países do Cone Sul.

Aeroporto Internacional de Salvador (Deputado Luís Eduardo Magalhães) – com base em informações da Infraero, até 2012, o Aeroporto respondia por mais de 30% da movimentação de passageiros do Nordeste; diariamente, cerca de 40 mil pessoas circulam pelo terminal de passageiros; mais de 16 mil empregos, diretos e indiretos, são gerados para atender a uma média diária de mais de 19 mil passageiros, uma média de 240 pousos e decolagens, com voos domésticos e internacionais.

Aeroporto Internacional de Porto Seguro (Bahia) – a SINART – Sociedade Nacional de Apoio Rodoviário e Turístico iniciou a administração do Aeroporto Internacional de Porto Seguro/BA em março de 2000; hoje, é o 4º do Nordeste em movimento de passageiros, com infraestrutura capaz de receber aeronaves de médio e grande portes; com isso, a SINART passou a ser a primeira empresa privada brasileira a administrar um Aeroporto internacional.

Aeroporto Internacional de Aracaju (Santa Maria, Sergipe) – segundo informações da Infraero, distante 12 km do centro da cidade é o único aeródromo público que recebe voos regulares no estado; diariamente, cerca de 6 mil pessoas circulam pelo terminal. Mais de mil profissionais trabalham no complexo aeroportuário para atender uma média de 115 mil passageiros/mês e 20 voos diários; sua vocação principal é o atendimento a executivos e turistas que buscam o estado de Sergipe para negócios e lazer; outro segmento são as operações diárias de helicópteros, transportando funcionários para as plataformas de petróleo localizadas no litoral de Sergipe e Alagoas.

Aeroporto Internacional Zumbi dos Palmares (Maceió, Alagoas) – segundo a Infraero, o Aeroporto oferece conforto e beleza aos usuários, sendo o quarto maior do Nordeste, com um terminal de passageiros de 22 mil m², contando com 24 balcões de *check-in*, sete escadas rolantes, seis elevadores, cerca de 600 vagas de estacionamento e quatro pontes de embarque — equipamentos que permitem mais conforto aos passageiros, já que o acesso às aeronaves não é realizado pela pista.

Aeroporto Internacional de Ponta Porã – Mato Grosso do Sul – segundo a Infraero, o Aeroporto Internacional de Ponta Porã está habilitado para tráfego doméstico e internacional de passageiros, aviação geral e executiva; o complexo aeroportuário está distante 4 km do centro da cidade, numa área de 1.115.104 m².

BIBLIOGRAFIA

ALFREDINI, P. 2005. Obras e gestão de portos e costas. 1ª ed. EDGARD BLUCHER. São Paulo/SP.

BRASIL. Lei nº 6.009, de 26 de dezembro de 1973. Dispõe sobre a utilização e a exploração dos aeroportos, das facilidades à navegação aérea e dá outras providências. Brasília/DF.

CNT – Confederação Nacional dos Transportes. 2006. Pesquisa Aquaviária. Brasília/DF.

MDIC – Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. 2007. Logística. Disponível em: <http://www.desenvolvimento.gov.br/arquivo/secex/logistica/logistica.pdf>.