

DISCIPLINA

SISTEMA DE TRANSPORTE AQUAVIÁRIO

Prof. Hito Braga de Moraes

Janeiro de 2008

1. INTRODUÇÃO

Historicamente, a abertura dos portos brasileiros por D. João VI ocorreu em 1808, com a vinda da corte portuguesa para o Brasil. No entanto, somente com o início do crescimento econômico do país, observado no início deste século, começaram a se implantar os primeiros portos do país.

O desenvolvimento do país fez-se todo a partir do seu litoral, com cerca de 7.000 km de extensão e, nesse sentido, seus portos têm exercido papel fundamental.

Por outro lado, se atribuirmos índice unitário para o custo energético do transporte aquaviário, verificamos que comparativamente com os outros modos de transporte, aquele tipo leva uma nítida vantagem sobre os demais. Assim, se custo energético do transporte hidroviário for considerado unitário, atribuem-se, normalmente, para os outros modos de transporte os seguintes índices

<u>MODOS DE TRANSPORTE</u>	<u>ÍNDICES</u>
Aquavia	1
Ferrovias	3
Rodovia	6 a 9
Aerovia	15

Em vista de tal quadro, cabe questionar as razões pelas quais a matriz de transporte brasileira tem sido tão acentadamente marcada pelo modo rodoviário, em detrimento de outros modos energeticamente mais favoráveis.

A resposta à tal indagação reside no fato de que, apesar da vantagem energética evidente dos modos aquaviário e ferroviário sobre os outros, esses modos têm sido prejudicados por uma série de circunstâncias alheias ao transporte em si, tornando-os mais ineficientes que o transporte rodoviário, sob uma série de aspectos. Quanto ao que tange especificamente ao transporte aquaviário, podemos citar o custo da mão de obra portuária regulada, até o momento, por uma legislação inadequada e ultrapassada, que só a partir de 1993 começou a ser alterada para atender às modificações estruturais por que passou o país, nas últimas décadas.

Porto, etimologicamente, tem o sentido de porta, a qual deveria, portanto, estar permanentemente aberta à entrada e saída das cargas que por ela desejassem passar.

Dessa forma, compete analisar de onde surgiram os problemas que hoje impedem o cumprimento adequado dessa atribuição.

A localização dos primeiros portos brasileiros foi feita, ao início do século XX, escolhendo-se os locais naturalmente abrigados do litoral, como os estuários e baías.

Até os anos 50, tais portos podiam ser considerados razoavelmente satisfatórios para as cargas que movimentavam, assim como para os navios que tinham de atender. Após esse período, no entanto, começou a ocorrer o aumento gradativo do porte dos navios, que passaram a demandar maiores profundidades para sua atracação.

Um determinante para tal crescimento, foi fechamento do Canal de Suez pelos egípcios, que obrigou aos navios que abasteciam a Europa com petróleo proveniente do Oriente Médio a contornar a África, para chegar aos seus locais de destino. Como forma de reduzir os elevados custos de transporte motivados por tal situação, o porte dos navios petroleiros cresceu significativamente, a partir daí, chegando os maiores a atingir, atualmente, até 500.000 toneladas de porte bruto.

Outra carga que originou o crescimento dos navios foi o minério de ferro, recurso natural que o Brasil é o maior produtor mundial. Até 1964, o Brasil exportava seu minério para o Japão através de navios de pequeno porte, que retornavam vazios (na verdade, os navios voltavam carregados de lastro de água para permitir a navegação). Para contornar essa situação indesejável, que não permitia a cobrança de fretes no retorno dos navios, foram projetados os navios graneleiros mistos (parte petroleiros, parte mineraleiros), conhecidos como **Navios O/O** (Ore-Oil), destinados a levar minérios para o Japão e trazer petróleo do Oriente Médio, com redução significativa dos fretes marítimos em parte do percurso, e representando grande economia para os exportadores brasileiros. Obedecendo ao mesmo princípio, foram criados os **Navios OBO** (Ore/Bulk/Oil), que, além do petróleo e do minério, podem transportar outros tipos de graneis, como os grãos.

Da mesma forma que ocorreu com os navios, a carga portuária alterou-se substancialmente, a partir da mesma época, passando a ser quase toda movimentada sob a forma de **containers**, ou **a granel**.

Os containers representaram uma grande vantagem na movimentação da carga portuária, que deixou de ficar sujeita a roubos ou avarias.

Quanto aos **graneis**, conquanto sua movimentação exija vultosos investimentos em equipamentos mecânicos de elevada capacidade, apresentam um acentuado aumento na eficiência portuária, bem como significativas reduções nos custos das cargas, pela redução da mão-de obra que proporcionam.

A carga transoceânica mais movimentada no mundo é o petróleo cru (com cerca de 1,4 bilhões t/ano). A seguir, com volumes substancialmente menores, aparecem praticamente equiparados os derivados do petróleo, o carvão e o minério de ferro (cerca de 400 milhões t/ano, cada); após, vêm os grãos e outros graneis sólidos, como o fosfato e a bauxita.

Tendo em vista as facilidades apresentadas na movimentação das **cargas containerizadas** ou **granelizadas**, quase todas as cargas portuárias seguiram a tendência de se agruparem nesses dois tipos principais de cargas, sempre que eram passíveis de neles se enquadrarem. A **carga geral**, que não pode ser containerizada, nem granelizada, (como é o caso, por exemplo, de máquinas para a automação da indústria, de turbinas, etc.) representa, atualmente, valor inferior a 10% do total das cargas secas, em todo o mundo (excluídos, portanto, o petróleo e seus derivados).

2 - NAVEGAÇÃO INTERIOR NO BRASIL

A navegação no Brasil é regulamentada pela Lei nº 9 432, de 8 de janeiro de 1997, que aprova o regulamento para o Tráfego Marítimo.

Por este Regulamento, a navegação mercante brasileira é classificada em:

- a) Longo Curso: a realizada entre portos brasileiros e estrangeiros (intercontinental);
- b) Cabotagem: a realizada entre portos ou pontos do litoral do território brasileiro, utilizando a via marítima;
- c) Interior: a realizada em vias navegáveis interiores, em percurso nacional ou internacional;
- d) Apoio Portuário: a realizada exclusivamente nos portos e terminais aquaviários, para atendimento a embarcações e instalações portuárias;
- e) Apoio Marítimo: a realizada para o apoio logístico a embarcações e instalações em águas territoriais nacionais e na Zona Econômica, que atuem nas atividades de pesquisa e lavra de minerais e hidrocarbonetos.

A seguir é mostrado um panorama geral do transporte hidroviário realizado no País, considerando as navegações de cabotagem e interior fluvial e lacustre.

Apesar das dimensões continentais, com aproximadamente 8.000 quilômetros de costa, e de sua significativa hidrografia, o Brasil não tem desenvolvido as navegações de cabotagem e interior do tipo fluvial e lacustre como seria desejável, considerando serem esses meios de transporte reconhecidamente mais econômicos quando comparados com as demais modalidades, notadamente o rodoviário.

A seguir é apresentado o mapa com as principais bacias brasileiras

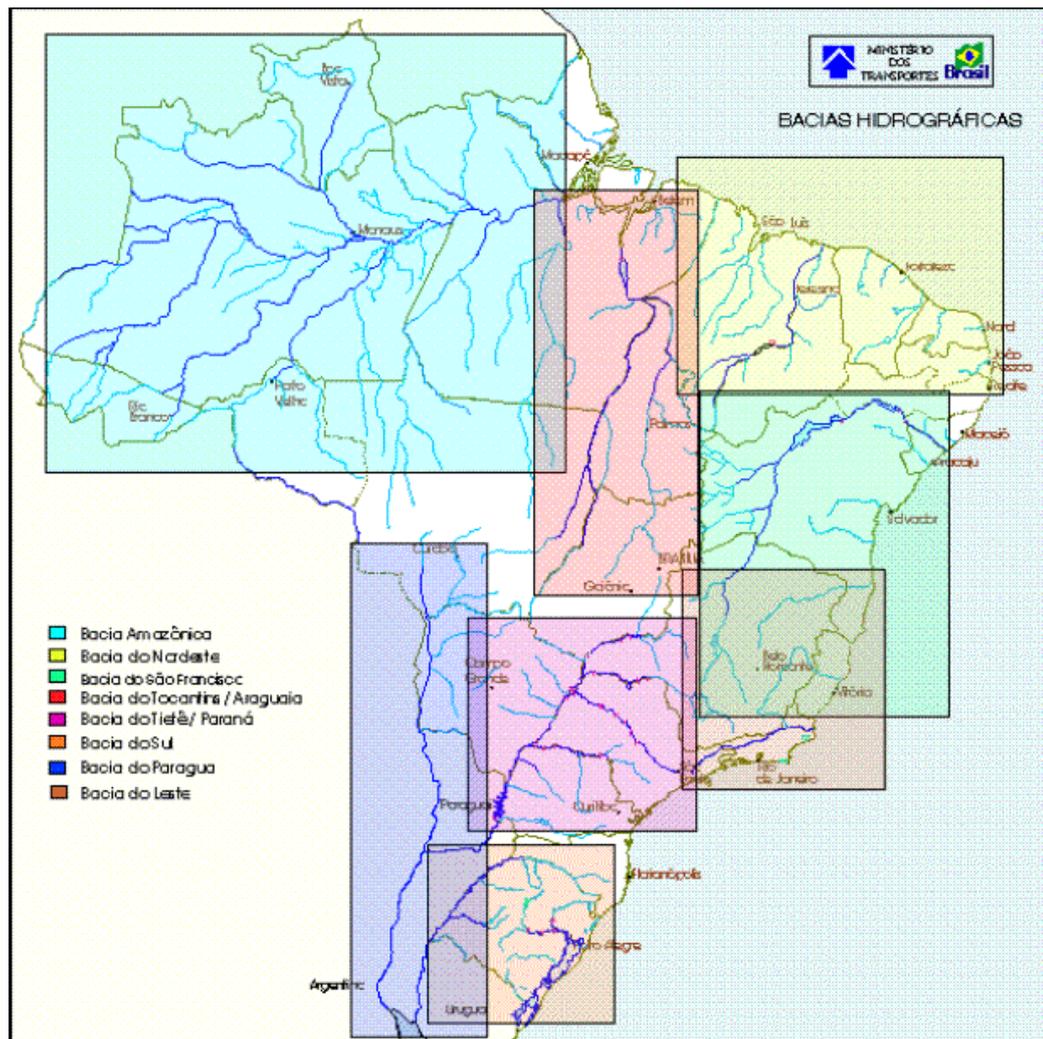


Figura 1 - Malha hidroviária do Brasil

Para se corroborar essa afirmativa pode-se observar a Tabela 1 apresentada abaixo, que compara a situação brasileira com a das principais regiões mundiais, em termos de extensão total navegável e quantidade de carga transportada pela navegação interior.

← Tabela 1
Transporte Hidroviário Interior no Mundo

Região	Hidrovias		Carga Transportada	
	Extensão (km)	(%)	Quantidade (10 ⁶ t)	(%)
Mundo	190 000	100	2 500	100
EUA	40 000	21	1 450	58,0
ex – URSS	45 000	24	630	25,2
Europa	26 500	14	270	10,8
Brasil	40 000	21	7,7	0,3
Outros	38 500	20	140	5,7

Fonte: Anuário Estatístico dos Transportes

Pela tabela acima, verifica-se que o Brasil encontra-se em estágio de aproveitamento de suas vias navegáveis interiores bastante atrasado quando comparado com as demais regiões desenvolvidas, sendo de se ressaltar que nos Estados Unidos, ocorre até o predomínio da navegação fluvial sobre as demais modalidades de transporte terrestre.

Essa situação torna-se mais patética ao se reparar que a extensão de rios potencialmente navegáveis no território nacional é equivalente à norte-americana e bastante superior à européia, somente sendo inferior à antiga União Soviética, quando esta ainda se encontrava unificada.

Pode-se portanto, depreender que o Brasil apresenta condições potencialmente adequadas ao desenvolvimento do transporte hidroviário, em termos das navegações de cabotagem e interior.

Para analisar melhor a baixa performance da navegação interior na tabela acima, observe-se os dados constantes da Tabela 2 apresentada a seguir. Nela pode-se verificar que, em termos de toneladas – quilômetro, a participação do transporte hidroviário encontra-se bastante inferior às modalidades rodoviária e ferroviária. Tal fato é mais significativo, na medida em que o mesmo, nessa tabela, incorpora também a navegação de cabotagem.

Essa situação espelha a realidade nacional em termos de movimentação interna de mercadorias, na qual se privilegia o transporte rodoviário em detrimento da modalidade ferroviária e das navegações de cabotagem e interior, modalidades que são reconhecidamente mais econômicas.

← Tabela 2
← Participação Percentual dos Modos de Transporte de Carga (Toneladas – Quilômetro)
← 1992 – 97

← Modo de Transporte	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Aéreo (*)	0,26	0,29	0,31	0,31	0,31	0,31
Dutoviário	3,42	4,21	3,99	3,95	3,79	3,85
Ferroviário	21,62	22,61	23,31	22,29	20,73	21,01
Hidroviário (**)	13,18	11,15	10,34	11,53	11,46	11,72
Rodoviário	61,52	61,74	62,05	61,92	63,71	63,11
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

(*) Vôos Nacionais; (**) **Navegação Interior e Cabotagem Nacional**

Fonte: Anuário Estatístico de 1998 do GEIPOP – Empresa Brasileira de Planejamento dos Transportes

Pode-se aí confirmar o completo predomínio do transporte rodoviário, em termos de investimento, relativamente às demais modalidades, notadamente quanto ao hidroviário.

Inúmeros fatores têm contribuído ao longo do tempo para o fraco desempenho que o transporte hidroviário interior apresenta, podendo-se citar, entre outros, os seguintes:

- falta de uma consciência mais ampla e profunda do papel que o transporte fluvial e lacustre pode desempenhar na movimentação de bens e passageiros, em muitas regiões do país;
- inexistência de uma legislação específica para a navegação interior;
- deficiência crônica da infra-estrutura hidroviária (vias navegáveis e portos fluviais);
- conflitos de interesse entre navegação e geração de energia nas vias fluviais brasileiras;
- deficiência de integração do transporte fluvial e lacustre com os demais segmentos terrestres do sistema;
- inexistência de programas de desenvolvimento regional nas áreas de influência das hidrovias, capazes de estimular a implantação de atividades empresariais geradoras de grande volume de cargas;
- políticas governamentais para o setor de transportes têm, de um modo geral, privilegiado a modalidade rodoviária;
- precariedade e insegurança no transporte fluvial de passageiros de baixa renda das populações ribeirinhas, nas diversas bacias hidrográficas, notadamente na região amazônica.

Entretanto, apesar do aparente absurdo representado pela dicotomia entre os números totais de vias navegáveis e de cargas transportadas, a análise isolada de um desses fatores pode conduzir a uma interpretação incorreta da situação. Para se julgar mais adequadamente o desequilíbrio demonstrado pelo Brasil no transporte interno de mercadorias, é necessário examinar melhor as informações referentes à extensão das nossas vias navegáveis interiores.

Para isso, a Tabela 3 seguir, mostra para cada bacia hidrográfica nacional suas respectivas extensões navegáveis. Nela se observa, por exemplo, que somente a Bacia Amazônica é responsável pela metade do montante navegável, enquanto a Bacia do Sul, formada pelos rios Jacuí e Taquari, ambos no Estado do Rio Grande do Sul, e o sistema lacustre no mesmo Estado, representam apenas 2,5 % desse total. Essas duas regiões, frise-se, são responsáveis pela maior parcela das cargas transportadas pela navegação interior, como será visto mais adiante.

Em anexo encontram-se discriminadas as vias navegáveis interiores no Brasil, para cada bacia hidrográfica, com suas respectivas extensões e profundidade navegáveis.

Existem algumas bacias que, apesar de mostrarem quantidades relevantes de extensão navegável, estão situadas em regiões muito pouco desenvolvidas, situação da bacia dos rios Tocantins / Araguaia, ou muito pobre, caso dos rios nordestinos. Portanto, para que esses rios pudessem contribuir para mudar a nossa situação no transporte hidroviário interior, seria necessário uma política voltada para o desenvolvimento de áreas do nosso território mais desfavorecidas.

Para que um rio seja efetivamente utilizado em navegação, é preciso não somente que o mesmo seja navegável – ressalte-se que o termo empregado é navegável e não navegado – mas também que ocorram atitudes concertadas que conduzam à geração das cargas (de natureza agrícola ou industrial), sua comercialização, armazenamento e, enfim, o transporte do modo mais econômico possível. Ou seja, é necessário uma verdadeira política de desenvolvimento regional para que sejam geradas riquezas em regiões que de outro modo estariam condenadas a estágios inferiores de desenvolvimento por um longo período de tempo.

← **Tabela 3**
Bacias Hidrográficas Brasileiras

← Bacia Hidrográfica	Extensão Navegável (km)
Amazônica	20 000
Tocantins / Araguaia	3 000
Nordeste	3 500
São Francisco	3 000
Leste	2 000
Paraná	4 500
Paraguai	2 500
Uruguai	500
Sul	1 000
Total	40 000

Fonte: GEIPOT

Por outro lado, caso essa política exista mas não contemple o transporte ótimo das cargas geradas, pode-se chegar à situação verificada atualmente na região sudeste, a mais desenvolvida do país, em que efetivamente foram implantados alguns empreendimentos que possibilitaram esse desenvolvimento, por exemplo barragens com finalidades de aproveitamentos hidrelétricos, mas que não previram a continuidade de navegação com a construção de obras de transposição de desnível. Tais obras, portanto, representam hoje um obstáculo ao estabelecimento da navegação interior nesses rios.

Com base nesse tipo de experiência, pode-se afirmar que a não existência de condições para que a navegação interior seja efetivada nas fases em que os projetos de desenvolvimento se encontram ainda incipientes, conduzem ao início do transporte das cargas geradas pela modalidade mais flexível e disponível, que é a rodoviária. No futuro, quando esses empreendimentos já se encontrarem maduros e gerando quantidades significativas de cargas, poderá se tornar muito difícil, se não totalmente impraticável, a utilização dos rios face à presença da infra-estrutura rodoviária então provavelmente consolidada.

A Tabela 4 apresentada a seguir mostra as quantidades de cargas movimentadas pela navegação interior, nos principais portos brasileiros, no período entre 1995 e 1996.

← Tabela 4
← Navegação Interior no Brasil – Quantidade de Carga Movimentada (t)
← 1995 – 96

Porto	1995			1996		
	Granéis		Carga	Granéis		Carga
	Sólidos	Líquidos	Geral	Sólidos	Líquidos	Geral
Macapá - AP	151.136	179	152	133.035	327	6
Porto Velho - RO	-	-	1.032.453	-	52.693	1.312.601
Santarém - PA	-	82.876	117.321	-	87.355	121.969
Manaus - AM	-	189.545	3.814	-	487.364	65.540
Vila do Conde - PA	-	-	-	103.064	55.439	-
Belém - PA	157.024	389.891	762.498	142.928	369.881	337.226
Pirapora - MG	9.108	-	-	47.748	-	-
Panorama - SP	219.892	-	-	76.207	-	-
Pres. Epitácio - SP	56.306	-	-	101.518	-	-
Charqueadas - RS	325.906	-	-	371.366	-	-
Estrela - RS	539.604	15.411	-	590.627	35.018	-
Porto Alegre - RS	1.449.322	219.735	57.715	260.176	30.615	17.696
Pelotas - RS	344.656	1.361	-	293.367	-	-
Rio Grande - RS	1.659.262	783.634	153.874	1.124.346	610.084	154.316
Cáceres - MS	11.167	1.718	1.378	22.384	-	440
Corumbá/Ladário-MS	1.235.878	-	4.650	1.393.704	-	17.142
Total	6.159.261	1.684.350	2.133.855	4.660.470	1.728.776	2.026.936

Fonte: DP / MT

Por essa tabela pode-se observar que os principais portos nacionais em termos de navegação interior que movimentam granéis estão concentrados na região sul, correspondendo ao transporte de grãos e carvão.

Para a carga geral, os principais portos estão concentrados na região norte, notadamente Belém e Porto Velho, correspondendo ao transporte em *ro-ro caboclo*, ou seja, a carga é transportada em carretas com origem / destino no sul do país que, ao chegarem nesses portos, são embarcadas em barças especialmente concebidas para esse fim, daí o nome *ro-ro caboclo*.

3 - ASPECTOS INSTITUCIONAIS E LEGAIS DO TRANSPORTE HIDROVIÁRIO

A desorganização do setor de transporte hidroviário, presenciada nos últimos anos, teve efeitos negativos na evolução e no desempenho deste setor. Esta desorganização levou, principalmente no transporte hidroviário de passageiros da Bacia Amazônica, a inúmeros fatores que dificultaram o aproveitamento da capacidade de transporte a níveis de eficiência satisfatórios, especialmente em razão das precárias condições da frota fluvial existente, da pulverização da armação local (incluindo os transportadores autônomos), do crescimento desordenado da frota fluvial em algumas linhas (em consequência da falta de regulamentação), inexistência de terminais de passageiros adequados, e da falta de um plano diretor para o setor de transporte hidroviário de passageiro da região amazônica.

A questão institucional / organizacional do transporte hidroviário interior, de modo geral, tem competência na esfera Federal, em três Ministérios distintos: Ministério dos Transportes, Ministério da Defesa e Ministério do Trabalho.

3.1 - Competências do transporte aquaviário estabelecidas na Constituição Federal

Conhecer as competências do transporte hidroviário no Brasil é o primeiro passo para o entendimento das questões organizacionais desse setor.

No art. 21, inciso XII, alínea "d", é determinado que compete à União explorar, diretamente ou mediante autorização, concessão ou permissão, os serviços de transporte aquaviário entre portos brasileiros e fronteiras nacionais, ou que transponham os limites de Estados ou Território;

No art. 25 § 1º, que são reservados aos Estados as competências que não lhe sejam vedadas por esta Constituição.

Conclui-se, com relação aos artigos da Constituição Federal, que é de competência da União a navegação feita em rios que podem propiciar ou não uma navegação que transponha os limites de Estado ou Território, ou que una portos brasileiros a fronteiras nacionais. Dentro desse enfoque pode-se dizer que a exploração da navegação no rio Tietê (rio que corre apenas pelo Estado de São Paulo) compete à União, pois barcos que por lá navegam podem se dirigir a outros estados e ou a fronteira nacional, tomando o rio Paraná.

Por exclusão, os transportes aquaviários que não sejam de competência da União são da competência dos Estados onde possam acontecer. Deste modo, o rio que se insere totalmente em um Estado e cuja navegação, se ocorrer, não ultrapassa os limites do Estado, nem alcançará a fronteira nacional, tem sua competência de exploração na alçada Estadual.

3.2 - Legislação pertinente

Buscou-se na legislação brasileira, aspectos legais e atribuições de órgãos ligados a navegação aquaviária, para melhor orientar os armadores que atuam ou pretendem atuar neste setor de transporte.

. *Lei Complementar nº 97, de 09 de julho de 1999*, que dispõe sobre as normas gerais para a organização, o preparo e o emprego das Forças Armadas.

Art. 17. Cabe a Marinha, como atribuições subsidiárias particulares:

- 1 - Orientar e controlar a Marinha Mercante e suas atividades correlatas, no que interessa à defesa nacional;
- 2 - Prover a segurança da navegação aquaviária;
- 3 - Contribuir para a formulação e condução de políticas nacionais que digam respeito ao mar;
- 4 - implementar e fiscalizar o cumprimento de leis e regulamentos, no mar e nas águas interiores, em coordenação com outros órgãos do Poder Executivo, Federal ou Estadual, quando se fizer necessária, em razão de competências específicas.

Parágrafo único. Pela especificidade dessas atribuições, é da competência do comandante da Marinha o trato dos assuntos dispostos neste artigo, ficando designado como "*Autoridade Marítima*", para esse fim.

Lei nº 9.537, de 11 de dezembro de 1997, que dispõe sobre a segurança do tráfego aquaviário em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências.

Art. 4º São atribuições da autoridade marítima:

- 1 - elaborar normas para:
 - a) habilitação e cadastro dos aquaviários e amadores;
 - b) tráfego e permanência das embarcações nas águas sob jurisdição nacional, bem como, sua entrada e saída de portos, atracadouros, fundeadouros e marinas;
 - c) realização de inspeções navais e vistorias;
 - d) arqueação, determinação da borda livre, lotação, identificação e classificação das embarcações;
 - e) inscrição das embarcações e fiscalização do registro de propriedade;
 - f) cerimonial e uso dos uniformes a bordo das embarcações nacionais;
 - g) registro e certificação de helipontos das embarcações e plataformas, com vistas à homologação por parte do órgão competente;

- h) execução de obras, dragagens, pesquisa e lavra de minerais sob, sobre e às margens das águas sob jurisdição nacional, no que concerne ao ordenamento do espaço aquaviário e à segurança da navegação, sem prejuízo das obrigações frente aos demais órgãos competentes;
- i) cadastramento e funcionamento das marinas, clubes e entidades desportivas náuticas, no que diz respeito à salvaguarda da vida humana e à segurança da navegação no mar aberto e em hidrovias interiores;
- j) cadastramento de empresas de navegação, peritos e sociedades classificadoras;
- k) estabelecimento e funcionamento de sinais e auxílios à navegação;
- l) aplicação de penalidades ao comandante;

PORTARIA nº 0027, de 12 de maio de 1998, da Diretoria de Portos e Costas do Ministério da Marinha, que aprova as Normas da Autoridade Marítima para Obras, Dragagens, Pesquisa e Lavra de Minerais sob, sobre e às Margens das águas sob Jurisdição Nacional - NORMAN-11

3.3 - Regulamentação do transporte de passageiros

A ausência de uma política de transporte hidroviário de passageiros no Brasil faz com que o mesmo venha a ocorrer de maneira desordenada. Este fato faz com que este transporte apresente uma infra-estrutura deficiente que inibe a existência de mecanismos adequados para assegurar maior eficiência, gerando precariedade e insegurança para as empresas que pretendem instalar-se em uma determinada linha.

3.4 - Competências estaduais e municipais

Dos diversos artigos da Constituição Federal de 1988, os que mais diretamente se referem a competências estaduais e municipais são:

No Art. 25, observa-se que cabe aos Estados definir os órgãos gestores e a forma de exploração dos serviços de transporte. A legislação do Transporte Intermunicipal conterà, então, critérios próprios quanto a itens como: serviços, sistemas operacional, veículos, etc.

Art. 30 - Compete aos Municípios:

I - legislar sobre assuntos de interesse local;

II - suplementar a Legislação Federal e a Estadual no que couber;

V - organizar e prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local, incluído o de transporte coletivo, que tem caráter essencial.

3.5 - Órgãos federais responsáveis pela gerência do transporte aquaviário no Brasil

A Agência Nacional de Transportes Aquaviários - ANTAQ, criada pela [Lei nº 10.233, de 5 de junho de 2001](#), tem sede e foro no Distrito Federal, com personalidade jurídica de direito público, submetida ao regime autárquico especial e vinculada ao Ministério dos Transportes, com a qualidade de órgão regulador das atividades portuária e de transporte aquaviário.

A ANTAQ tem por finalidade:

I - implementar, em sua esfera de atuação, as políticas formuladas pelo Ministério dos Transportes e pelo Conselho Nacional de Integração de Políticas de Transporte - CONIT, segundo os princípios e as diretrizes estabelecidos na [Lei nº 10.233, de 2001](#); e

II - regular, supervisionar e fiscalizar as atividades de prestação de serviços de transporte aquaviário e da exploração da infra-estrutura portuária e aquaviária, exercidas por terceiros, com vistas a:

- a) garantir a movimentação de pessoas e bens, em cumprimento a padrões de eficiência, segurança, conforto, regularidade, pontualidade e modicidade nos fretes e tarifas;
- b) harmonizar os interesses dos usuários com os das empresas concessionárias, permissionárias, autorizadas e arrendatárias, e de entidades delegadas, preservado o interesse público; e

- c) arbitrar conflitos de interesses e impedir situações que configurem competição imperfeita ou infração contra a ordem econômica.

A criação da ANTAQ gerou uma estrutura do setor de transporte, que tem por finalidade gerenciar os sistemas de transporte de maneira integrada.

Com a criação da ANTAQ o armador que desejar instalar-se em uma linha terá que solicitar a ANTAQ a outorga para sua operação, pois a agência fará uma análise dos impactos da inserção de mais um concorrente na linha.

Cabe também a ANTAQ estabelecer padrões e normas técnicas relativas às operações de transporte aquaviário de cargas especiais e de produtos perigosos, e de passageiros, ressalvadas as competências de outros órgãos públicos; além de fiscalizar o funcionamento e a prestação de serviços das empresas de navegação interior, bem como autorizar a construção e a exploração de terminais portuários privativos, de uso exclusivo ou misto, conforme previsto na [Lei nº 8.630, de 1993](#), e supervisionar sua exploração;

Junto com a criação da ANTAQ surgiu o Departamento Nacional de Infra-estrutura de Transportes - DNIT, que tem como principais atribuições a administração, manutenção, melhoramento, expansão e operação da infra-estrutura do Sistema Federal de Viação, além de estabelecer padrões, normas e especificações técnicas para os programas de segurança operacional, sinalização, manutenção, restauração de vias, terminais e instalações; além de adotar providências para a obtenção do licenciamento ambiental das obras e atividades executadas em sua esfera de competência.

4 – O MEIO AMBIENTE E O TRANSPORTE HIDROVIÁRIO

O meio ambiente constitui hoje uma das maiores preocupações dos cidadãos de todos os países do mundo. As pesquisas de opinião pública realizada em vários países indicam que o meio ambiente representa praticamente a terceira maior preocupação. Isto significa dizer que se formou uma consciência pública, a qual induziu governo e empresas a cuidar mais do meio ambiente. É claro que poluição zero em qualquer uma das atividades de transporte é, hoje em dia, praticamente impossível, entretanto a solução possível é a de diminuir ao máximo os inconvenientes da poluição através de medidas que minimizem seus efeitos sem prejuízo técnico e econômico do sistema de transporte a ser empregado.

Estes fatos implicam em maior atenção do setor hidroviário em relação às questões ambientais. Para tanto é preciso realizar uma avaliação da situação atual e das tendências de dinamização do sistema e estudar os aspectos legais e operacionais da implantação de um novo sistema de transporte hidroviário. Pretende-se desta forma atender as normas ambientais para implantação e operação deste empreendimento, bem com atender a legislação em vigor.

4.1 – Impactos ambientais do Transporte fluvial

Indiscutivelmente, dentre os diferentes modais de transporte, o transporte fluvial é aquele que mais interage com o meio ambiente porque seu suporte operacional é o próprio curso d'água, seja em estado natural ou canalizado.

Cabe destacar que em vários países da Europa as hidrovias constituem-se em verdadeiros patrimônios naturais, orgulho da população e grande responsabilidade de seus governantes na manutenção da qualidade ambiental das mesmas. Em alguns casos têm sido aplicados investimentos vultosos na despoluição desses importantes rios, ao longo dos quais foram instalados parques e áreas de lazer, aproveitando paisagens e belezas naturais, e integrando o transporte das mais diversas cargas e o turismo à economia do país, como é o caso do rio Tâmsa na Inglaterra e rio Reno que corta a Alemanha, com obras atualmente em execução.

Por outro lado, o transporte fluvial é a alternativa que apresenta menor capacidade poluente, menor consumo de combustível, maior capacidade de carga, conforme estudos comparativos entre os diferentes modais em relação aos gastos de energia.

Por ser mais eficiente, o transporte fluvial resulta em benefícios ambientais importantíssimos como a diminuição da utilização de combustíveis derivados do petróleo e conseqüentemente diminuição da emissão de gases poluentes.

Com relação aos impactos ambientais do transporte hidroviário, este varia de rio para rio e de projeto para projeto. No caso do Brasil, devido às características de seus rios, na maioria das vezes, os impactos ambientais são pontuais, o efeito é bem menor que os impactos causados por outros modais, sejam estes impactos diretos ou indiretos.

Por impactos ambientais diretos entendem-se as alterações decorrentes da obra na via em si, da interrupção de cursos d'água, desmatamentos, empréstimos de terra, destruição de habitats ou de caminhos e abrigos utilizados pela fauna.

Por impactos indiretos entendem-se todas as alterações decorrentes da existência da via de transporte, sendo as mais importantes: a colonização agropecuária e a instalação de comércio e indústria nas margens da via ou em artérias secundárias.

Em recente estudo sobre impactos dos transportes sobre o meio ambiente realizado em 12 países componentes da comunidade Européia, comparando diferentes modais demonstrou-se, conforme tabela 6, que o transporte fluvial teve um menor impacto ambiental.

Tabela 6 : Custos sociais em relação às modalidades de Transporte (em %).

Custos Sociais	Aéreo	Ferrovário	Fluvial	Rodoviário	Total
Poluição do ar	2	4	3	91	100
Poluição sonora	26	10	0	64	100
Cobertura do solo	1	7	1	91	100
Construção / Manutenção	2	37	5	56	100
Acidentes	1	1	0	98	100

Fonte: Fraunhofer Institute Karlsruhe.

No Brasil há necessidade de qualificar e quantificar critérios e conceitos que traduzam a real importância do transporte hidroviário ante a necessidade de progresso e equilíbrio do meio ambiente.

O transporte hidroviário deixa de ser apenas transporte para ser também, e principalmente, agente de desenvolvimento, onde a meta principal é a qualidade de vida do homem.

Para que isso aconteça é necessário que se realize um trabalho de informação e esclarecimento junto à opinião pública dos benefícios que poderão advir da implantação de um transporte hidroviário de passageiro de melhor qualidade no país, desde que embasadas em projetos sustentáveis que englobem tanto o desenvolvimento quanto a conservação, minimizando assim seus impactos, aliados ao desenvolvimento tecnológico de baixo impacto ambiental da sua operação.

4.2 - Legislação ambiental (principais instrumentos legais)

A legislação ambiental brasileira foi objeto de considerável avanço nos últimos anos, no sentido de promover a proteção dos recursos naturais e a recuperação de áreas onde tais recursos foram utilizados no passado, de forma irracional e predatória, provocando a degradação ambiental das mesmas.

Assim sendo, tanto a legislação Federal quanto a estadual e municipal manifestam a sua preocupação com o meio ambiente, estabelecendo a necessidade de protegê-lo e recuperá-lo, existindo atualmente no cenário nacional, um aparato normativo que demonstra a abundância da tutela jurídica sobre o meio ambiente em nosso país.

A Constituição Federal de 05 de outubro de 1988, em seu artigo 23, estipulou a competência concorrente dos Municípios, dos Estados e da União, para a proteção ambiental, criando o direito subjetivo à tutela ambiental, onde um ambiente saudável tornou-se um direito de todo o cidadão, da mesma forma que os outros direitos fundamentais.

Será apresentada a legislação relevante ao estudo em questão, os quais foram analisados com o objetivo de se estabelecer os impedimentos e níveis diferenciados de restrições intervenientes com a implantação de um novo sistema de transporte hidroviário.

4.3 - Licenciamento ambiental

A obrigatoriedade do licenciamento ambiental pelos órgãos estaduais integrantes do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA, surgiu com a Lei Federal nº 6.938 de 31 de agosto de 1981, denominada Lei da *Política Nacional do Meio Ambiente* a qual define, como um de seus instrumentos, o Estudo de Impacto Ambiental e o seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental - EIA/RIMA.

Os conceitos, de poluição e degradação ambiental, expressos naquela Lei abrangem não apenas o lançamento de matéria ou energia nas águas, no ar ou no solo, em desacordo com os padrões estabelecidos, mas também quaisquer atividades:

- que causem efeitos prejudiciais à saúde, à segurança e ao bem estar da população;
- que criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- que afetem desfavoravelmente a biota e;
- que afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente.

Em sua regulamentação, através do Decreto nº 88.351 de 01 de junho de 1983, foi atribuída ao Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, a fixação de critérios de exigência para a elaboração de Estudos e Relatórios de Impactos Ambientais (EIAs/RIMAs).

A Resolução do CONAMA nº 001 de 23 de janeiro de 1986 estabeleceu a obrigatoriedade de elaboração e aprovação de EIA/RIMA para os empreendimentos potencialmente poluidores ou para aqueles que sob qualquer forma possam causar degradação ambiental, como requisito para o seu licenciamento ambiental. Esta exigência constitui um dos instrumentos pelos quais os órgãos integrantes do SISNAMA implementam o princípio orientador da Política Nacional do Meio Ambiente, segundo o qual a utilização racional dos recursos naturais renováveis deve adequar-se à preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida.

No termo de seu artigo 1º, define licenciamento ambiental como o procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a “localização, instalação, ampliação e operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental”.

Este mesmo artigo, em seu parágrafo 1º, determina que estarão sujeitos ao licenciamento ambiental um certo número de empreendimentos (relacionados no anexo I daquela Resolução), dentre os quais estão as hidrovias com os portos ou terminais, na categoria de obras civis. As obras hidroviárias e portuárias sujeitas ao licenciamento ambiental são: os canais de drenagem; retificação de curso d'água; abertura de barras, embocaduras e canais; dragagem e derrocamento em corpos d'água; marinas e portos. Observa-se que o referido artigo não se refere a licenciamento ambiental para a operação de embarcações para o transporte de passageiros.

A elaboração do EIA/RIMA presta-se a garantir que a instalação e o funcionamento de atividades, capazes de gerar significativa degradação ambiental, seja precedida de um estudo técnico que não apenas identifique os impactos ambientais possíveis de serem causados pelo empreendimento, mas também apresente a proposição de medidas mitigadoras que minimizando esses efeitos, permitam que a implantação do empreendimento seja viável ambientalmente, através do uso racional dos seus recursos naturais.

O processo de licenciamento ambiental é realizado em 3 etapas que correspondem à diferentes fases de implantação do empreendimento, a saber:

- Licença Prévia (LP) – concedida na fase preliminar das atividades, correspondendo ao momento de planejamento dos projetos, quando ainda não foram detalhados os aspectos relativos ao mesmo. Fundamenta-se em informações formalmente prestadas pelo interessado, nas quais este especifica as condições básicas a serem atendidas durante a instalação e funcionamento de atividades. Ainda implica em compromisso do empreendedor em manter o projeto final compatível com as condições do deferimento.
- Licença de Instalação (LI) – identificados os dispositivos de proteção ambiental do projeto, deve o interessado, antes da implantação do empreendimento em questão, requerer a competente Licença de Instalação - LI. A obtenção dessa licença implica no compromisso de manutenção das especificações constantes do projeto apresentado ou de comunicar eventuais alterações dessas condições. É expedida com base no projeto executivo final e autoriza o início da implantação do empreendimento ou da atividade potencialmente poluidora, subordinando-a às condições de construção, operação e outras expressamente especificadas.
- Licença de Operação (LO) – sua concessão autoriza a operação do empreendimento em fase de licenciamento, bem como de seus equipamentos de controle ambiental, após a realização de vistoria, do teste de operação e/ou outro meio de medição e confirmação de dados. A continuidade da operação está subordinada ao cumprimento das condições estabelecidas na Licença de Instalação - LI e na Licença de Operação - LO. Quaisquer alterações estabelecidas por estas licenças devem ser comunicadas antecipadamente.

Quanto à questão da competência para o licenciamento ambiental, a Resolução CONAMA nº 237 de 19 de dezembro de 1997 buscou definir mais claramente os limites da competência de cada ente federativo. Da interpretação de seus artigos 4º, 5º e 6º depreende-se o exposto a seguir:

- A competência será exclusivamente municipal quando o licenciamento ambiental corresponder a atividades de impacto ambiental local, envolvendo 1(um) único município, ou quando se tratar de empreendimentos e atividades delegadas pelo Estado, através de um instrumento legal ou através da firmação de convênio.
- A competência será estadual quando se tratar de empreendimentos e/ou atividades localizadas, desenvolvidas ou que causem impactos ambientais em mais de 1(um) município ou em unidades de conservação de domínio estadual, bem como os que lhe forem delegados pela União, através de um instrumento legal ou através da firmação de convênio.
- A competência será Federal quando o impacto ou o empreendimento for de âmbito nacional ou regional, envolvendo mais de 1 (um) Estado, a saber:

- 1- localizadas e desenvolvidas conjuntamente no Brasil e em país limítrofe; no mar territorial ou na plataforma continental e em terras indígenas;
- 2 - localizadas ou desenvolvidas em dois ou mais estados;
- 3 - cujos impactos ambientais ultrapassem os limites territoriais do país ou de um ou mais estados;
- 4 - que trabalhem com energia nuclear em qualquer de suas formas;
- 5 - quando envolverem empreendimentos militares, observada a legislação específica.

De acordo com o que já foi observado, a legislação Federal existente e mais especificamente o anexo I da resolução do CONAMA nº 237 de 19 de dezembro de 1997, não obriga licenciamento ambiental para a operação comercial de embarcações de transporte hidroviário em vias onde esse tipo de transporte já existe, como o rio Amazonas por exemplo. Entretanto, quando se pretende implantar uma nova tecnologia de transporte hidroviário numa via, cuidados devem ser tomados pois, apesar da lei não tratar claramente do assunto, questionamentos deverão surgir para a inviabilidade de sua operação. Outro fato importante diz respeito ao terminal, pois para implantação e operação de terminais hidroviários, a resolução do CONAMA nº 237 de 19 de dezembro de 1997 obriga o Licenciamento Ambiental dos mesmos.

4.4 - Aspectos gerais sobre os cuidados ambientais

A preocupação de se conhecer melhor os possíveis impactos ambientais gerados pela embarcação e a melhor maneira de mitigá-los é justificado uma vez que se faz necessário que os novos projetos navais dêem suas contribuições para a não degradação ambiental uma vez que a sociedade ambientalista está sempre atenta a novos sistemas de transportes a serem implantados (Esta preocupação em relação a diminuição dos impactos ambientais é justificada devido aos recentes problemas com os embargos sofridos pelo Governo Federal para a implantação das hidrovias do Araguaia-Tocantins, do Tapajós, dentre outras).

O objetivo, portanto, é o de avaliar as degradações que porventura poderão vir a ocorrer na área de influência do empreendimento, quando da implantação e operação da embarcação supra-referida. Em outras palavras, em consonância com a Resolução nº 001 do CONAMA, já citada, objetiva-se avaliar os impactos ambientais a serem gerados, considerando-se “*impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causado por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam*”:

I - a saúde, a segurança e o bem estar da população;

II - as atividades sociais e econômicas

III - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;

IV - a qualidade dos recursos ambientais”.

5 - EMBARCAÇÕES

a) Definições:

a.1) Físicas

Comprimento entre perpendiculares - (LBP) - É o comprimento do navio medido entre duas perpendiculares ao plano de flutuação do navio. A primeira, passando pela interseção da linha de flutuação (considerando o navio totalmente carregado) com o contorno da proa, e a segunda, passando pela linha de centro do eixo do leme.

Comprimento total - (L) - É a maior distância, medida paralelamente à linha d'água, entre a extremidade mais de vante (proa) e a mais de ré (popa), nas partes imersas ou emersas da embarcação.

Calado - (d) - É a distância vertical entre a superfície da água e a parte mais baixa da embarcação, na condição em que é feita a medida. Todos os navios dispõem de escalas de calado marcadas no casco, na proa, na popa e, às vezes, a meio navio.

Calado Máximo - Corresponde ao calado medido com a embarcação a plena carga. Para verificação do calado máximo, as embarcações dispõem de marcas no casco, chamadas *marcas de borda livre* (ou *Disco de Plimsoll*, quando é o caso), que indicam os calados máximos permitidos, segundo as diversas condições de salinidade da água e da temperatura.

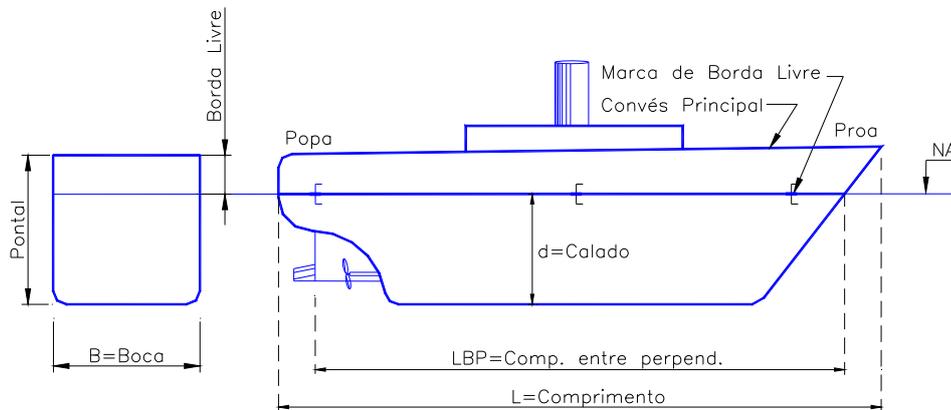
Boca - (B) - É a maior distância entre as bordas da embarcação.

Pontal - É a distância vertical, medida à meia-náu, entre o convés principal e a linha de base da embarcação (fundo).

Borda livre - É a distância vertical entre a superfície livre e o convés principal.

Relação entre as distâncias verticais - **Pontal = Calado + Borda livre.**

A Figura 2 abaixo mostra a vista lateral e frontal de um navio, com suas principais características físicas.



VISTA LATERAL E FRONTAL DE UM NAVIO

FIGURA 2

a.2) Referente a flutuabilidade

A flutuabilidade de um navio, quando em águas tranqüilas, é igual ao peso do volume de água por ele deslocado, esse peso deverá então ser igual ao peso do navio. Daí usualmente chamar-se de “deslocamento” ao valor desse peso em toneladas.

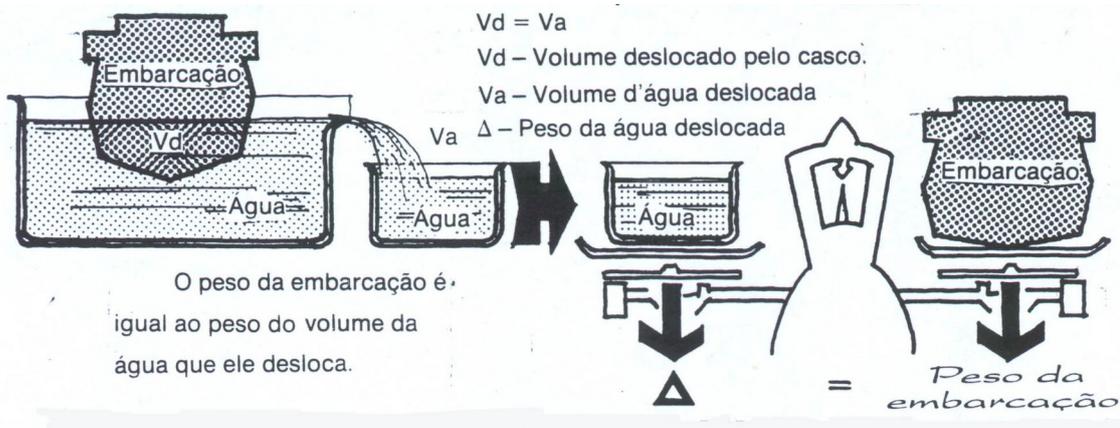


Figura 3 – Flutuabilidade da embarcação

a.2) Referentes ao Peso

O peso total da embarcação tem, por sua vez, dois componentes básicos de peso: a tonelage de porte bruto (TPB) e o deslocamento leve (Δ_{leve})

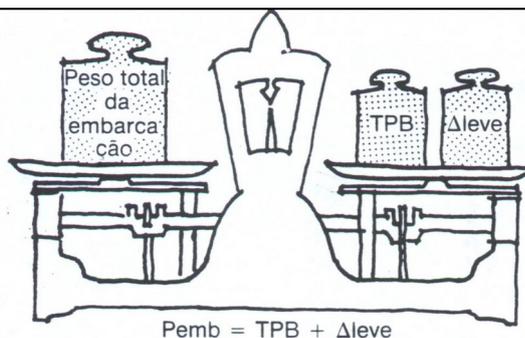


Figura 4 – Pesos da embarcação

O TPB é a soma do peso de passageiros (P_c) e/ou cargas e o peso operacional (P_o) → ($P_c + P_o$)

Deslocamento da Embarcação ou peso da embarcação – É o peso do volume da água deslocada pela embarcação.

Deslocamento Leve (Δ leve) – É o deslocamento da embarcação, pronta sob todos os aspectos, mas sem combustível, lubrificantes, sobressalentes, aguada, tripulantes e pertences, mantimentos, passageiros e bagagem, carga e lastro. É também conhecido como *deslocamento mínimo*. Este deslocamento é composto pelos seguintes itens:

Peso do aço estrutural – Corresponde ao peso de todos os elementos estruturais da embarcação, incluindo chapeamento, perfis, borboletas, borda falsa, superestrutura, anteparas, portas de visita, tampa de escotilha, etc...

Peso da máquina principal – Inclui o peso da própria máquina mais redutor, linha de eixo e mancais, hélice, etc.

Peso dos auxiliares – Inclui todos os pesos de sistemas auxiliares, tais como: máquina do leme, eixos e mancais, rede elétrica, rede hidráulica, aparelhos de comando, etc...

Peso dos acessórios – Inclui o peso de acessórios do casco, tais como: cabeços, buzinas, pau de carga, guincho, guindaste, âncora, etc...

Peso dos acabamentos – Inclui revestimentos e piso de conveses, laterais e transversais do casco e superestrutura, anteparas divisórias, caxilhos, vidros, portas, mobiliário, aparelhos de som e de cozinha, etc...

Deslocamento totalmente carregado (Δ total) – É o deslocamento da embarcação com o máximo de carga permitida a bordo. Corresponde à embarcação completa com o máximo de carga permitida à bordo. É também chamado de *deslocamento máximo* ou *deslocamento a plena carga*.

Tonelagem Porte Bruto (TPB) – É a diferença entre o deslocamento totalmente carregado e o deslocamento leve: $TPB = \Delta$ total - Δ leve. A Tonelagem de Porte Bruto corresponde, portanto, aos pesos do combustível, lubrificantes, sobressalentes, aguada, tripulantes e pertences, mantimentos, passageiros e bagagem, carga e lastro da embarcação. É, também, conhecido pelo termo inglês *deadweight* ou *gross deadweight*. É medido em *toneladas de porte bruto* (TPB) ou em *Deadweight Tons* (DWT), em inglês.

Porte Líquido – É a parcela do porte comercialmente utilizável. (Passageiros + carga)

Peso operacional – É a parcela de peso necessária para a operação da embarcação. Estas parcelas são compostas pelos seguintes pesos:

- **Peso de combustível e lubrificante:** Depende da potência total a bordo (MCP – motor de combustão principal e MCA - motor de combustão auxiliar) e tempo de viagem sem reabastecimento
- **Peso de água doce e víveres:** Depende das pessoas a bordo e tempo de viagem sem reabastecimento

a.3) Referentes ao Volume (∇)

Arqueação – É o volume do espaço interno do navio. É expressa em *tonelada de arqueação*, que corresponde a 2,83 m³ ou 100 pés cúbicos. É comum a confusão entre tonelagem e deslocamento: a primeira significa volume interno da embarcação, enquanto a segunda se refere ao seu peso.

Tonelagem Bruta – É a capacidade cúbica dos espaços abaixo do convés. Corresponde, em inglês, a *Gross Tonnage*.

Tonelagem Bruta de Registro (TBR) – é a *Tonelagem Bruta* que consta do Certificado de Arqueação.

Tonelagem Líquida – É o volume obtido da dedução da *Tonelagem Bruta* dos chamados *espaços isentos*.

Espaços Isentos – São os espaços que, de acordo com as regras de medição da tonelagem, não são computados na medição da *Tonelagem Bruta*, como os espaços destinados à tripulação e às instalações propulsoras do navio.

Tonelagem Líquida – É o volume correspondente à diferença entre a *Tonelagem Bruta* e os espaços isentos, segundo regras específicas da medida da tonelagem.

b) Referente a estabilidade

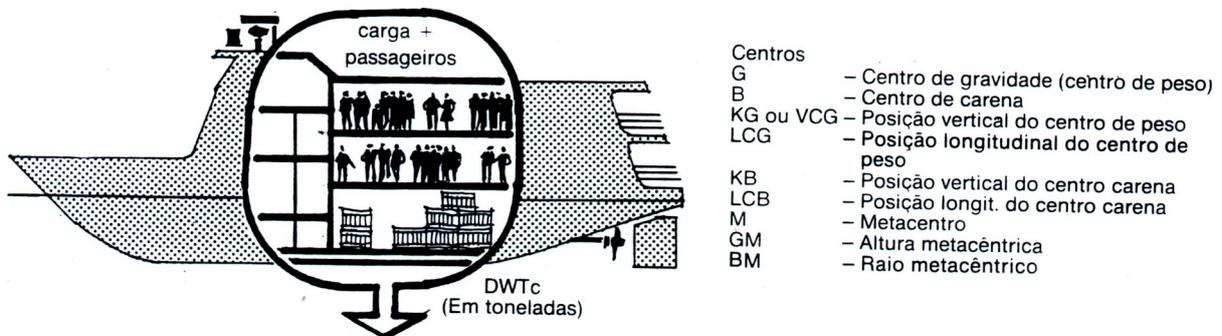


Figura 5 – Croqui da embarcação e centros

b.1) Estabilidade intacta

A estabilidade intacta aplica-se às embarcações em condições normais de flutuabilidade. Embarcações com avarias seguem critérios mais restritos na avaliação da estabilidade.

O conceito estabilidade está relacionado com a condição de flutuabilidade da embarcação.

A condição de equilíbrio sobre a superfície líquida se deve a ação da força “E” (empuxo) que o meio líquido (água) exerce sobre o corpo nele imerso.

O empuxo tem as seguintes características:

- Intensidade: igual ao peso do volume de líquido deslocado, portanto igual ao peso da embarcação.
- Direção: vertical
- Sentido: de baixo para cima
- Ponto de aplicação: centro de gravidade do volume deslocado

As principais forças que atuam numa embarcação são, portanto, peso da embarcação (P) e o empuxo (E) do meio líquido (água) que, por serem de sem tido contrário, se anulam.

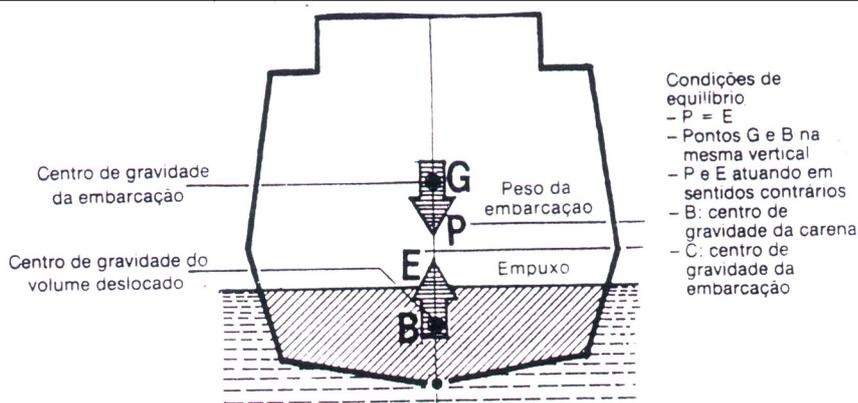


Figura 6 - croqui com sistema de forças atuantes na embarcação

Os pontos “B” e “G” não alinhados em uma mesma vertical significam embarcações fora de prumo (com banda), podendo, apesar da inclinação, estar em equilíbrio, dentro de certos limites (condição de equilíbrio estável)

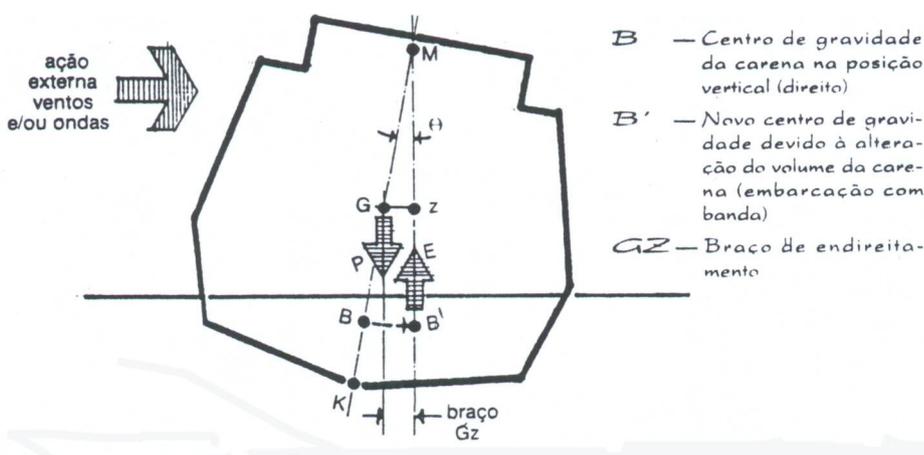


Figura 7 – Situação da embarcação na presença de ventos

Cessando a causa que inclina a embarcação (vento e/ou ondas) a tendência é de voltar a sua posição original (B e G alinhados na vertical), através da ação conjugada P-E que faz girar no sentido de endireitamento.

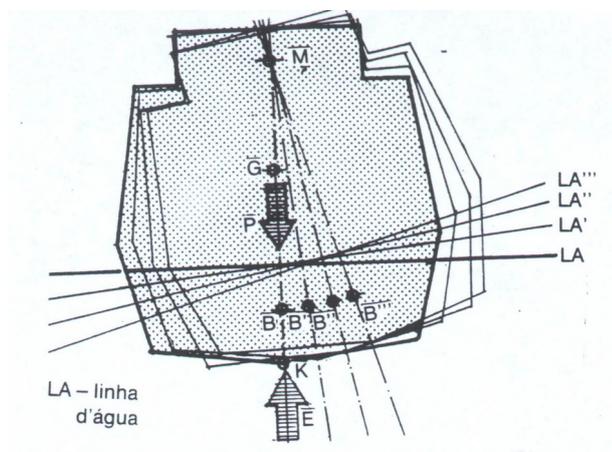


Figura 8 – Diferentes posições do centro de carena

O momento “M” sobre a vertical K-G é denominado metacentro e se caracteriza como o ponto por onde devem passar as verticais pelos possíveis pontos B (B, B', B'', B''') de carena dentro de uma faixa de inclinação (ângulo) que as embarcações com banda podem apresentar.

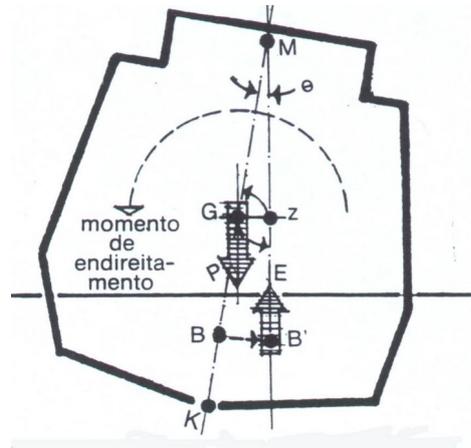


Figura 9 – Momento de endireitamento

São usuais as seguintes denominações:

M = Metacentro

KB = Altura do centro da carena (ou centro do volume submerso)

KG = Altura do centro do peso

GM = Altura metacêntrica

BM = Raio metacêntrico

KM = Altura do metacentro

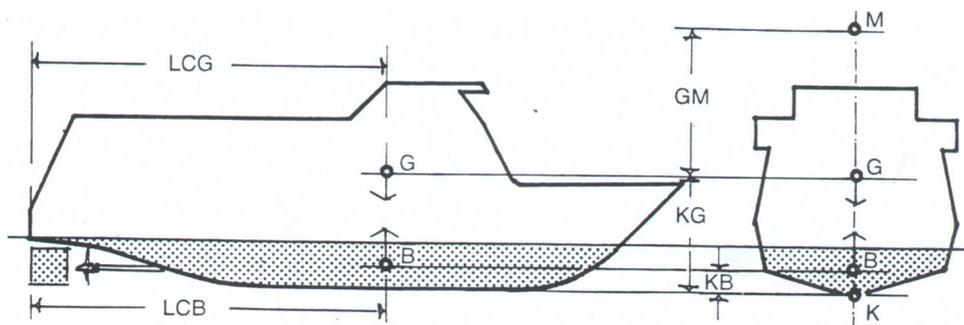


Figura 10 - Localização dos centros na embarcação

Enquanto apresentar, ao ser inclinado, metacentro (M) acima do centro de gravidade (ponto G), a embarcação possuiria estabilidade.

A embarcação pode apresentar-se ainda, com banda sob a ação de uma força interna provocada pela distribuição desequilibrada de cargas nos conveses ou nas laterais.

Acontece quando:

- As cargas são concentradas num dos bordos;
- Ocorre içamento de carga pesada numa das laterais da embarcação.
- A maioria das pessoas a bordo se desloca para o mesmo lado.

Nestes três casos e em outras situações similares, o centro de gravidade “G” se desloca para o lado onde tende excesso de carregamento, desalinhando-se do centro de carena “B” da posição original. Em consequência, as forças peso (P) e empuxo (E) formarão um conjunto de modo a forçar a embarcação a inclinar-se.

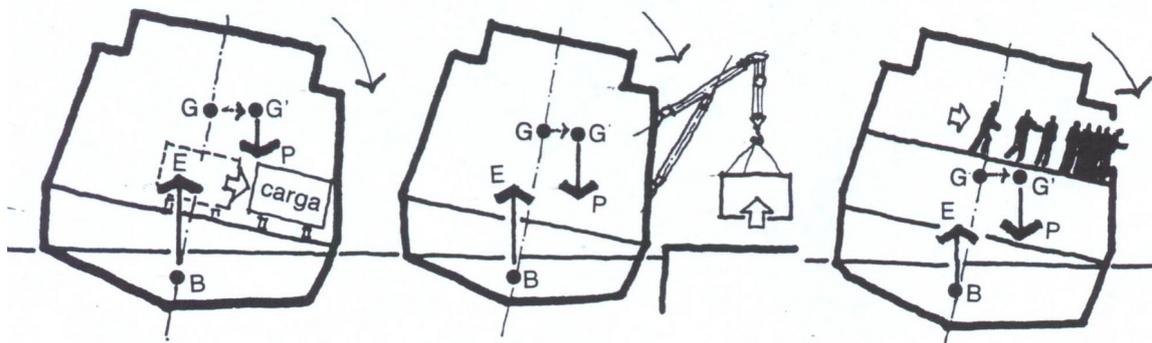


Figura 11 – Situações de carregamento

Conclui-se que a posição do centro de gravidade “G” depende da força de distribuição de pesos dentro do espaço da embarcação.

Estivar cargas em conveses superiores, por exemplo, significa elevar o centro de gravidade da embarcação e, conseqüentemente, tornar o braço G-Z de endireitamento menor, prejudicando sua estabilidade.

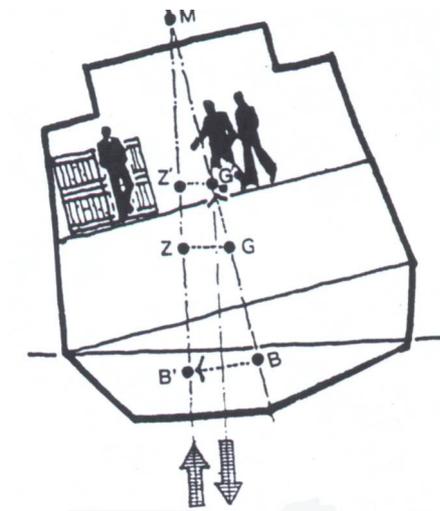


Figura 12 – A figura mostra o que acontece com o centro de gravidade da embarcação, caso se aloque cargas em conveses superiores

A posição do metacentro (M) acima do centro de gravidade “G” da embarcação, como vimos, assegura sua estabilidade.

A altura GM depende da dimensão da boca e do pontal. Se a boca aumenta, aumenta o volume de carena e conseqüentemente, GM fica mais elevado. Daí, o aumento da boca ser uma das medidas usuais para aumentar a estabilidade da embarcação.

Aumentar B_{wl} para $B_{wl}' \rightarrow GM'$ maior que $GM \rightarrow$ maior que $GZ \rightarrow$ maior estabilidade

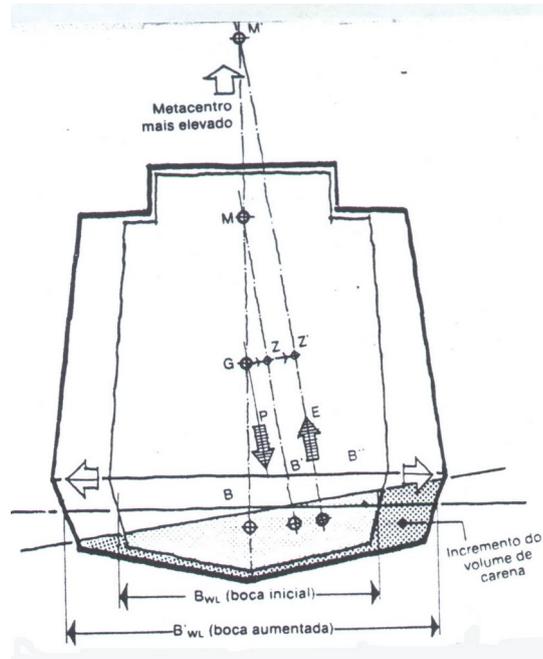


Figura 13 - Situações do GM quando se aumenta a boca

A estabilidade intacta de uma embarcação é avaliada através da curva de estabilidade que fornece o braço de endireitamento x ângulo de banda.

Esta curva é levantada a partir das formas da embarcação para uma dada condição de carregamento e, segundo critérios estabelecidos internacionalmente, verifica-se se é satisfatória.

c) Referente aos planos de linha

A forma do casco de uma embarcação é representada em um desenho, em escala reduzida, chamado plano de linhas, ou linhas do navio.

Este desenho é um conjunto de vistas constituídas por três planos: **Plano de linhas do alto, Plano de linhas d'água e plano de balizas ou de seções transversais.** Nestes planos só é representado um lado do navio, porque praticamente todos os navios são simétricos em relação a um plano central longitudinal.

Cada uma das três vistas representa um plano de referência, sobre o qual são projetadas todas as linhas e pontos da superfície externa do navio. Por intermédio destas três vistas, em conjunto, torna-se possível determinar as posições relativas no espaço de todos os pontos e linhas do navio.

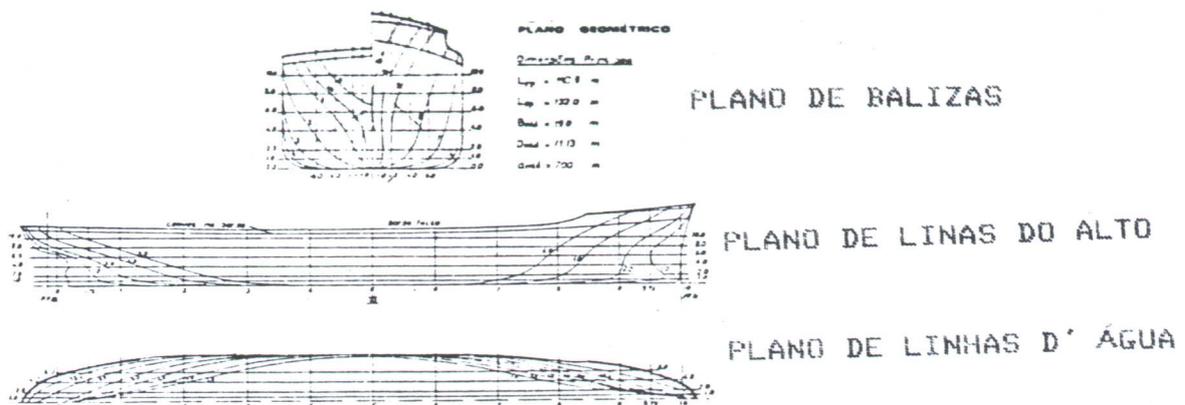


Figura 14 – Planos de linha

d) Referente a mecânica da locomoção do navio

A determinação de potência necessária para que uma embarcação navegue numa dada velocidade requerida é uma tarefa complexa devido ao desenvolvimento de diversos parâmetros, nem sempre de obtenção fácil.

Um fator relevante a salientar é que a potência de propulsão e a velocidade não crescem á mesma proporção, sendo maior o crescimento da potência.

As resistências que se opõem ao avanço da embarcação são basicamente:

- **Resistência de onda (R_w)**
 - o É proveniente da perturbação da superfície livre, quando da passagem da embarcação
- **Resistência de pressão viscosa (R_{pv})**
 - o Proveniente da variação do campo de pressão devido a ação viscosa do fluido. Sua magnitude é fortemente influenciada pela forma do casco.
- **Resistência friccional (R_f)**
 - o Devido a atuação das tensões cisalhantes, proveniente da viscosidade e do índice de rugosidade ao longo do casco.

Subsistema Casco-Propulsor-motor

O sistema de propulsão analisado como um todo, é composto de vários subsistemas apresentando características individuais de funcionamento (mecânicas, hidrodinâmicas, de rendimento, etc...).

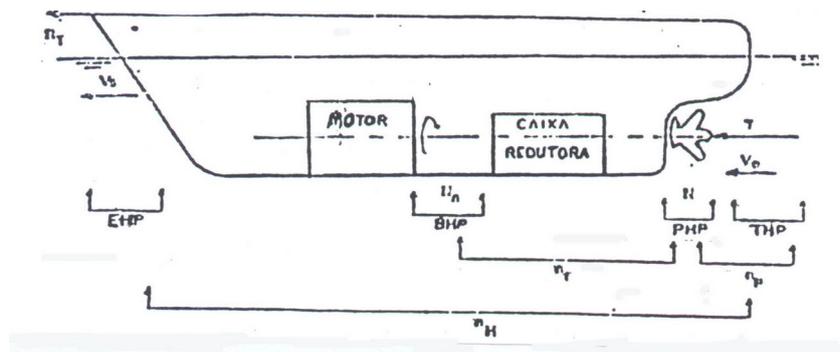


Figura 15 – Sistema de propulsão da embarcação

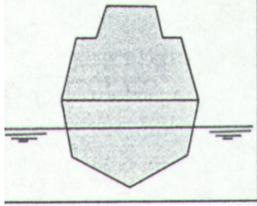
e) Tipos de Embarcações**e.1 - Embarcações para o transporte de passageiros****• Embarcação tipo monocasco**

Figura 16 - Embarcação tipo monocasco

. Aspectos gerais

Os tipos mais usuais de formas de casco das embarcações do tipo monocasco são com o fundo arredondado e o casco quinado com seções transversais em "V".

As embarcações monocasco de baixa velocidade, são as mais tradicionais e utilizadas na grande maioria das linhas de transporte oceânico e de navegação interior (principalmente na Amazônia).

Como atributo da embarcação tipo monocasco em relação a um multicasco de mesmas características, pode-se citar:

- . Menor custo de construção,
- . Menor peso leve,
- . Maior capacidade de peso,
- . Maior facilidade de alocação de motores na praça de máquinas,
- . Apresentam menor área molhada e conseqüente menor resistência friccional.

Enquanto os monocascos apresentam um custo de construção, em média, menor que os multicascos, o calado da embarcação tende a ser maior que o de seu principal competidor, o catamarã, para um mesmo deslocamento.

No Brasil, os monocascos de alta velocidade para transporte comercial de passageiros ainda são pouco utilizados, entretanto os monocascos lentos, que são a grande maioria, são construídos geralmente de aço e madeira (grande incidência na Amazônia).

- **Embarcação tipo catamarã**

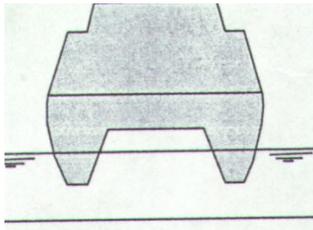


Figura 17 - Embarcação tipo catamarã

Aspectos gerais

A idéia de unir dois cascos surgiu, inicialmente, por uma necessidade de aumentar a estabilidade, como uma alternativa aos monocascos.

Nos anos de 1950 na Inglaterra foram desenvolvidos os primeiros catamarãs modernos à vela para competição. Desde então, com o desenvolvimento de materiais e técnicas de construção, os multicascos vêm se tornando uma opção para diversas áreas da engenharia naval.

O casco em alumínio ou fibra de vidro juntamente com a utilização de motores diesel de alta rotação ou turbinas em sala de máquinas não tripuladas, possibilitou ao catamarã uma diminuição do peso leve e uma mudança da faixa de velocidade operacional de 25 para 30 nós, saltando, rapidamente, para um patamar mais elevado de 35 para 40 nós, com tendências de crescimento.

Na área de transporte o catamarã tem se mostrado uma excelente solução para linhas curtas de até 100 milhas, com velocidades superiores a 30 nós, tornando-se um concorrente efetivo aos já saturados meios de transporte interurbanos e urbanos.

Como principais atributos da embarcação tipo catamarã em relação a um monocasco de mesmas características, pode-se citar:

- Maior espaço de convés para um mesmo comprimento e deslocamento, favorecendo um melhor arranjo para o transporte de passageiros e veículos.
- Grande estabilidade transversal.
- Superior capacidade de manobra devido à propulsão dupla.
- Menor resistência de onda em altas velocidades em virtude de possibilitar cascos mais esbeltos.

O comportamento no mar das embarcações do tipo catamarã, inicialmente não indicava este modelo para o transporte marítimo ficando sua aplicação restrita as operações em águas abrigadas. Entretanto, com o avanço tecnológico, principalmente dos estabilizadores longitudinais, os catamarãs passaram a apresentar melhores características de movimento na presença de ondas.

A grande estabilidade transversal do catamarã, devido ao afastamento entre cascos, permite que os mesmos sejam mais estreitos do que um monocasco de mesmo comprimento, melhorando desta forma seu desempenho hidrodinâmico.

Devido o catamarã possuir cascos delgados e estreitos, deve-se ter atenção especial à carga, pois a variação de calado é muito mais sensível à variação do carregamento do que em um monocasco equivalente. O catamarã sobrecarregado pode ter seu comportamento comprometido, podendo haver choque de água na plataforma que liga os dois cascos (convés principal), podendo ocasionar falhas na estrutura que une os cascos.

A propulsão dupla no catamarã torna-o muito eficiente em manobras, devido o afastamento entre os propulsores. Entretanto, a necessidade de instalações de duas praças de máquinas, uma em cada casco, aumenta a complexidade do sistema e o custo total da embarcação.

Como os catamarãs são sensíveis ao peso, procura-se utilizar materiais leves na sua construção, sendo o alumínio e os compósitos de resinas reforçadas com fibra de vidro, Kevlar ou fibras de carbono, os materiais mais utilizados.

- **Embarcação tipo Wave-piercing**

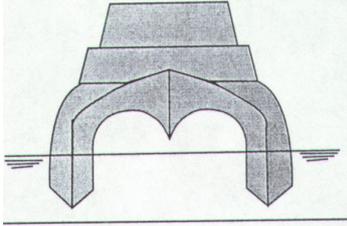


Figura 18 - Embarcação tipo Wave-piercing

- . Aspectos gerais

O desenvolvimento do modelo básico de embarcações do tipo catamarã levou a criação de formas variadas que, pelo sucesso alcançado nas aplicações, mereceram nomes especiais. Este é o caso dos chamados "wave-piercing Catamarã". Esta embarcação possui uma forma própria, caracterizada por seções em forma de arco que permite a embarcação apresentar melhor performance na presença de ondas.

Os wave-piercing são projetados para operação em altas velocidades na presença de ondas. A finalidade do terceiro casco, verificado na proa da embarcação, é proporcionar maior empuxo à embarcação quando a proa penetra na superfície das ondas e com isso diminuir a perda de velocidade.

O primeiro wave-piercing catamarã do tipo ferry-boat de 74 m, entrou em serviço na rota de Dover-Calais em 1990, hoje em dia é um dos tipos de catamarãs mais construídos no mundo.

Inicialmente, os wave-piercing sofriam os mesmos problemas de perda de desempenho em mar agitado como os catamarãs convencionais. Recentemente, entretanto, os problemas de aceleração vertical (heave e pitch) foram significativamente reduzidos pela introdução de sistemas estabilizadores de movimento gerenciado por sistemas de controle automatizados que ativam os estabilizadores e flaps.

A grande vantagem do catamarã wave-piercing sobre o catamarã convencional é a de apresentar menor perda de velocidade em locais que apresentam a ocorrência de ondas.

- **Embarcação tipo Hovercraft**

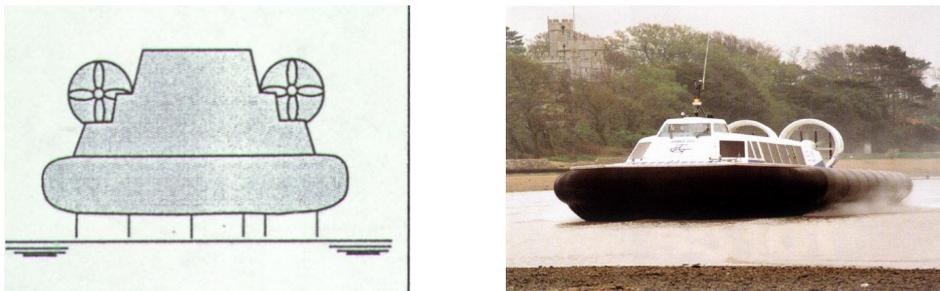


Figura 19 – Embarcação do tipo hovercraft ou aerodeslizadores

. Aspectos gerais

O hovercraft é uma embarcação diferente em relação as convencionais, pois não requer contato com uma superfície para ser tracionada, e é capaz de mover-se livremente sobre uma grande variedade de superfícies, pois é suportada continuamente por um colchão de ar auto-gerado.

Em 1962, surgiram os dois primeiros hovercrafts para transporte de passageiros, e quatro anos depois já transportavam cerca de 500.000 pessoas por ano. Em 1969, surgiu o modelo SR.N4, o primeiro passageiro/carro, mais conhecido como hoverferry. Este hovercraft cruza o Canal da Mancha carregando 254 passageiros e 30 carros, com velocidade de cerca de 65 nós.

A partir de então, o desenvolvimento dos hovercrafts se espalhou por todo o mundo, tornando-se um veículo de grande interesse para fins militares, sendo estas aplicações responsáveis, em grande parte, por sua evolução.

O conceito do colchão de ar surgiu da necessidade de se reduzir à resistência ao avanço devido ao atrito e à geração de ondas nos barcos convencionais.

Provavelmente o desenvolvimento mais significativo no campo do projeto dos hovercrafts foi a introdução de extensões periféricas flexíveis que ficaram mais conhecidas como "saias".

A importância das "saias" nos hovercraft tem a seguinte finalidade:

- a) Diminuir a quantidade de ar que escapa dos colchões de ar;
- b) Melhorar a capacidade de ultrapassagem sobre ondas e obstáculos sem a necessidade de um aumento acentuado de energia, que seria necessário em embarcações sem saia;
- c) Proporcionar um aumento do desempenho dos hovercrafts ao reduzir os impactos com as ondas.

O material utilizado para sua construção, precisa apresentar baixo peso e boa resistência (geralmente utiliza-se o alumínio). Normalmente a saia é composta por polímeros e varia em peso, espessura, etc, dependendo das necessidades do local de operação (ambiente aquático ou terrestre).

A vida média destes tipos de saias é de aproximadamente 2000 horas, para alguns de seus componentes, e em média de 500 horas para os segmentos. As saias, assim como os pneus dos automóveis, estão sujeitas ao desgaste, portanto devem ser periodicamente reparadas/trocadas parcialmente ou totalmente.

Os elementos do meio aquático que exercem maiores influências sobre a operação dos hovercrafts são: a altura e comprimento da onda, velocidade e direção do vento e a presença ou não de gelo.

Quanto ao comprimento da onda, a figura 20 mostra duas situações em que a embarcação passa pelas ondas sem causar desconforto ao passageiro. A primeira ocorre quando o comprimento do colchão de ar é maior que o comprimento da onda e a segunda ocorre quando o colchão de ar é muito menor que o comprimento da onda. A situação mais desfavorável ocorre quando o hovercraft opera em ondas de comprimento superior ao comprimento do colchão de ar e o mesmo não pode contorna-la.

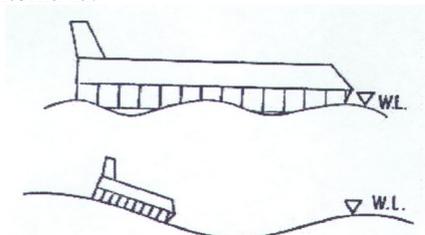


Figura 20 – Operação sobre ondas de diferentes comprimentos

A combinação de ventos e ondas vindos da proa da embarcação provoca um aumento no tempo de viagem causado pela necessidade de redução de velocidade com conseqüente aumento de consumo de combustível por viagem.

Quando a praia é utilizada para acesso dos hovercraft, o comprimento, a largura, o tipo de areia, e a inclinação da praia são dados importantes para a operação. Manobras lentas sobre a areia devem ser evitadas, pois ocorrerá um decréscimo da visibilidade em virtude do “spray” gerado pelo escape de ar do colchão de ar.

A propulsão dos hovercrafts pode ser tanto através de motores a diesel, como através de turbinas a gás. Geralmente estes motores localizam-se à ré da embarcação, e são caracterizados, principalmente, pela alta potência. Tal necessidade vem do fato de que além do sistema propulsor, estes respondem pelo sistema de sustentação da embarcação. As turbinas a gás são mais comumente encontradas, em virtude da alta rotação que fornecem, pois os propulsores necessitam de alta rotação para movimentar a embarcação em altas velocidades.

- **Embarcação tipo SES (Surface Effect Ship)**

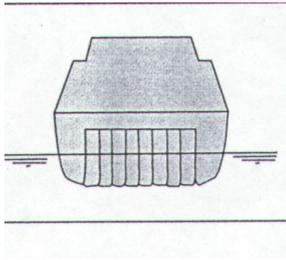


Figura 21 – Embarcação do tipo SES

. Aspectos gerais

O SES tem a mesma configuração de superestrutura e casco de um catamarã com cascos laterais sólidos e uma cortina de borracha na proa e na popa entre os cascos proporcionando um colchão de ar no interior dos cascos. O efeito de elevação causado pelo colchão de ar corresponde em média a 80% do peso da embarcação, fazendo com que boa parte da embarcação sofra apenas a resistência do ar, diminuindo as componentes de resistência do casco abaixo da superfície livre.

Embora os SES sejam um grande sucesso em várias partes do mundo, alguns problemas são identificados na operação em águas muito agitadas, onde podem apresentar perdas de sustentação devido à fuga do ar de dentro do colchão. As características de sustentação desta embarcação, assim como seus problemas operacionais e de manutenção são semelhantes aos verificados anteriormente nos hovercraft e catamarãs pois o mesmo é uma mistura dos dois tipos vistos anteriormente.

A figura 22 apresenta um gráfico indicando a perda de velocidade de um SES e de um catamarã convencional em diferentes situações de mar.

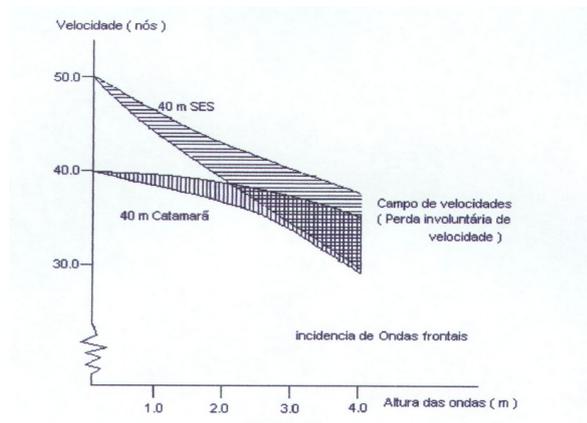


Figura 22 - Gráfico com a perda de velocidade do SES em diferentes alturas de onda

Observa-se na figura 22 que a perda de velocidade do SES é muito mais significativa do que a que ocorre em um catamarã convencional. No SES ocorre maior perda de velocidade pois o aumento das ondas leva à redução do efeito de seu colchão de ar, fazendo com que este aumente o afundamento aumentando a resistência ao avanço.

Cálculos e testes devem sempre ser realizados para a determinação da perda de velocidade em função do estado de mar para embarcação de alta velocidade operando em condição de mar adversa.

- **Embarcação tipo Swath**

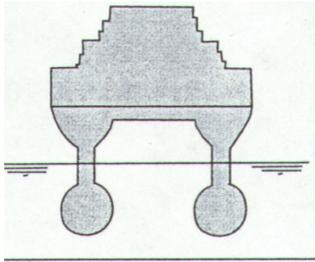


Figura 23 – Embarcação do tipo SWATH

- . Aspectos gerais

A vantagem principal do SWATH (Small Water Plane Area Twin Hull) é sua característica de seakeeping superior as embarcações concorrentes acarretando maior conforto na operação. Esta característica da embarcação do tipo SWATH é conseqüência do afundamento dos cascos em relação à superfície livre acarretando uma maior "transparência" em relação às ondas incidentes. Os SWATH não têm nenhuma vantagem em velocidades altas comparado com outras embarcações. Um SWATH de determinado tamanho pode ser menos eficiente que um monocasco ou catamarã do mesmo deslocamento. Porém, o SWATH deve ser considerado em qualquer discussão para serviços de Fast Ferry porque, em algumas partes do mundo, o único modo em que a velocidade pode ser sustentada com confiabilidade provem de uma forma de casco que pode prover o grau exigido de conforto operacional em todas as condições de mar.

Os SWATHs caracterizam-se sobretudo pela redução da área do plano de linha d'água, que tem como objetivo reduzir a resistência ao avanço por formação de ondas e pelo atrito viscoso com a superfície livre.

Como conseqüência da menor geração de ondas por cada casco haverá menor interferência de onda entre seus cascos diminuindo a resistência decorrente, o que é uma preocupação constante no projeto de catamarãs.

O SWATH se enquadra como uma boa solução para uma embarcação que deveria enfrentar ondas com alturas até cerca de 5 metros. A forma dessa embarcação é bastante complexa e exige uma estrutura capaz de evitar a separação dos cascos, o que a torna pesada.

Nessa embarcação não é desejado que seus flutuadores saiam de dentro d'água, pois perderia o sentido da pequena área de linha d'água. Deste modo, os SWATH são projetados para operar sempre com uma carga suficiente para manter os flutuadores submersos. Sem poder variar sua carga significativamente, os SWATHs acabam sendo ideais para atividades de pesquisa e patrulha. Em atividades de pesquisa ele se mostra muito eficiente pois com a estabilidade de um catamarã facilita o trabalho e preserva os equipamentos. Já em operações de patrulha ele se destaca pela capacidade de enfrentar o mar. Na figura 24 observa-se a trajetória do SWATH na superfície do mar, devido à pequena variação de volume submerso em função da passagem de ondas pela estrutura estreita dos cascos, a trajetória desse tipo de embarcação será bem mais suave do que as ondulações da superfície do mar. Alguns SWATHs podem apresentar estabilizadores que ajudem a corrigir o ângulo de trim para navegação.



Figura 24 – Trajetória de um SWATH na superfície do mar

- . Propulsão

A forma do SWATH cria desafios interessantes no projeto, sobretudo na instalação do sistema de propulsão. Uma primeira idéia seria colocar os motores no interior de cada casco, deste modo ficando abaixo da linha d'água. Porém muitas vezes pode não haver espaço suficiente para manutenção e refrigeração. Por outro lado, se a alocação dos motores forem no convés do barco, será necessário uma transmissão bastante complexa e cara, com aplicação de eixos em "Z", acarretando ainda em maior dissipação de potência.

- **Embarcação tipo hidrofólio**

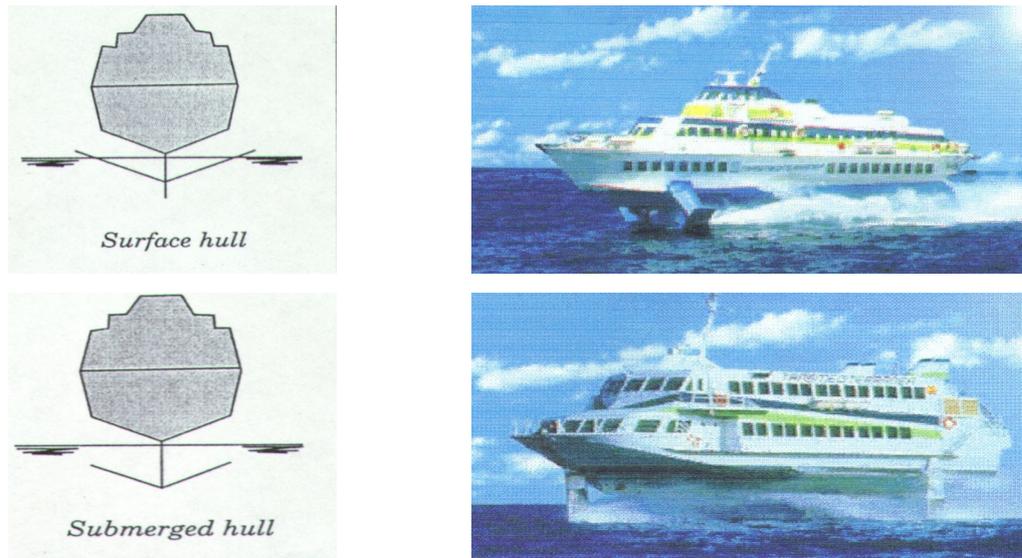


Figura 25 - Embarcação tipo hidrofólio ou aerobarco

. Aspectos gerais

O princípio básico do funcionamento de embarcações com aplicação de hidrofólio, é de levantar a embarcação para fora d'água sustentando-a dinamicamente através da utilização de fólios. Desta forma, procura-se reduzir a resistência ao avanço e conseqüentemente a potência requerida para se alcançar altas velocidades.

A grande vantagem de se utilizar aerobarcos com fólios totalmente submersos, vem de sua capacidade de manter altas velocidades, atingindo até 50 nós, em condições adversas de mar, com potências instaladas relativamente baixas. Este tipo de embarcação é muito menos suscetível à ação das ondas, que embarcações convencionais.

Os fólios podem ser divididos em dois grupos: secantes e completamente submersos. Os fólios secantes são projetados de forma que fiquem parcialmente fora d'água durante a operação. Conforme o aumento da velocidade, haverá também uma maior força de sustentação ocasionada pelo escoamento na parte submersa do fólio. Tal fenômeno fará com que os volumes submersos dos fólios diminuam, até que o equilíbrio dinâmico entre o peso da embarcação e a força de sustentação gerada seja atingido.

Os fólios totalmente imersos utilizam alguns recursos físicos para proporcionarem a força de sustentação da embarcação. Assim, é necessário que se varie o ângulo de ataque do fólio inteiro ou faça-se uso de flaps para que a sustentação seja obtida, de acordo com a velocidade em que se encontra a embarcação, seu peso e estado de mar. Este sistema é semelhante ao verificado nas asas de avião.

A principal vantagem dos fólios totalmente submersos em relação aos secantes é sua capacidade de proporcionar uma redução substancial no efeito das ondas sobre o casco. Este fato permite que um aerobarco alcance altas velocidades em condições de mar desfavoráveis e, ainda assim, ofereça ambiente confortável para tripulação e passageiros.

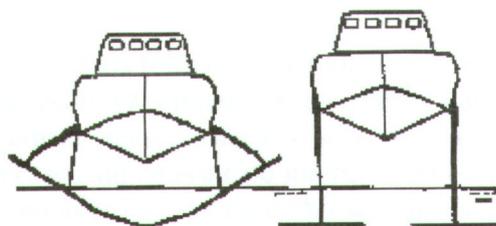


Figura 26 - Fólios secantes e totalmente submersos

A capacidade de se elevar o casco fora d'água é o que justifica a utilização de hidrofólios. Essa particularidade permite que haja menor efeito das ondas sobre o casco e menor resistência ao avanço, acarretando maiores velocidades de operação.

A grande vantagem operacional dos hidrofólios (aerobarco) em relação às demais embarcações é a de poder desenvolver altas velocidades com baixa potência e manter razoável nível de conforto no que diz respeito aos movimentos ondulatórios no mar.

As operações com o casco fora d'água só começam a ficar comprometidas quando as alturas das ondas excedem aos suportes dos fólios.

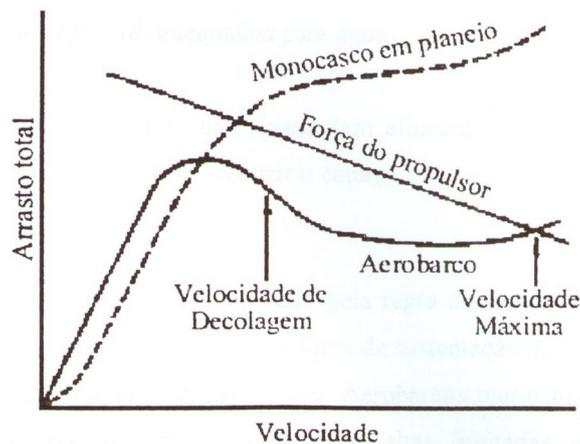
A capacidade de peso deste tipo de embarcação é limitada pela sustentação dos fólios

Este tipo de embarcação também requer maior profundidade nos portos devidos os fólios ficarem submersos quando a embarcação encontra-se em baixa velocidade.

Algumas das principais vantagens dos aerobarcos, em comparação com monocascos ou tipos de embarcações alternativas são: maior conforto nas operações em condições adversas de mar, para os fólios totalmente submersos, e a capacidade de deslocar-se na faixa de 30 a 50 nós com reduzida potência, permitindo operações mais econômicas.

A resistência ao avanço, até a "decolagem", é fundamental para o dimensionamento da potência instalada, por este motivo a embarcação com fólios, também deve apresentar forma de casco eficiente dentro d'água e no momento da "decolagem".

Para superar resistência adicional provocada por mares agitados, ventos, correntezas e outras adversidades, faz-se necessário uma margem de potência, além daquela exigida em águas tranqüilas. É adequada uma margem de 20 a 25 por cento maior para garantir a decolagem em mares agitados. Na figura 26 é comparada a resistência oferecida a uma embarcação monocasco com hidrofólios e a de um monocasco planador.



Fonte: Lemos [19]

Figura 26 – Resistência comparativa entre os hidrofólios e planadores

Pode-se constatar que após ter atingido a velocidade de decolagem, a resistência oferecida a embarcação do tipo hidrofólio diminui bastante. A interseção das curvas de resistência e a de empuxo do propulsor (propeller thrust) nos fornece o ponto de velocidade máxima da embarcação. Constata-se assim, que as velocidades alcançadas pelos aerobarcos são muito superiores àquelas atingidas por cascos planadores de mesma característica. Isto se deve, exclusivamente, à menor resistência oferecida ao avanço.

Os hidrofólios, assim como todas as embarcações de alta velocidade, são sensíveis ao peso e por esse motivo utilizam materiais leves como o alumínio, que é utilizado na grande maioria das embarcações existentes. Os fólios e as colunas de sustentação são construídos em aço.

e.2) Embarcações para o transporte de carga

e.2.1) **Navios de Carga Geral** - Estes navios podem ser classificados em 4 famílias principais:

e.2.1.1) **Convencionais**, também conhecidos como “cargueiros” ou “liners”. São os navios mais tradicionais que se utiliza no transporte de carga geral. Seu perfil característico inclui *paus de carga* para a movimentação da carga nos portos e seu desenvolvimento atual teve origem nos cargueiros norte-americanos utilizados na Segunda Guerra Mundial, de classes *Freedom*, *Victory* e *Liberty*. Têm como dimensões médias limite (mínimas e máximas): L= 130 a 180 m; d= 7 a 11 m; B= 17 a 25 m; T= 10.000 a 19.000 TPB. Conquanto os navios de carga geral possam atingir até 50.000 TPB, normalmente, projetam-se as instalações portuárias para atender navios menores, de até 50.000TPB. A seguir, mostra-se o perfil de um navio de carga geral convencional.

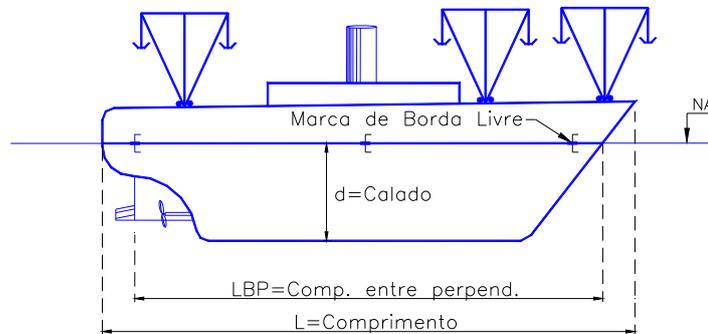


FIGURA 4

FIGURA 27 - NAVIO DE CARGA GERAL (LINER)

e.2.1.2) **Roll-on/Roll-off (RO/RO)** - São navios onde a carga “rola” para dentro e “rola” para fora da embarcação através de rampas instaladas na popa (mais comumente), na proa, ou por rampas laterais do navio. Sua concepção tem sido freqüentemente associada à Arca de Noé. A vantagem dos navios RO/RO é a grande velocidade de carga e descarga dos navios nos portos. Sua desvantagem seria os espaços que são perdidos para a movimentação dos veículos, que não podem ser utilizados para a estocagem da carga. Os navios RO/RO de construção mais atual têm conseguido aproveitar melhor os espaços perdidos, o que faz ampliar seu raio de ação no transporte da carga geral. Esse tipo de navio tem calado reduzido de, no máximo, 11,5 m, podendo operar, normalmente, nos berços destinados à carga geral, através das rampas dos navios.

Os navios *Roll-on/Roll-off* (RO/RO) são destinados ao transporte de veículos, possuindo conveses corridos, livres de obstruções e dotados de rampas de acesso através das quais é feito o carregamento e a descarga.

Sua utilização é variada, servindo para o transporte de automóveis e passageiros (denominados nesses casos de FERRY), ou carretas de carga. O *Roll-on/Roll-off* (RO/RO) é empregado principalmente em rotas curtas, em que a rapidez das operações de carga e descarga passa a ser mais importante do que um melhor aproveitamento do espaço interno.

TIPOS:

- Para passageiros e veículos
- Ro -Ro / container
- Para automóveis

CARACTERÍSTICAS DO NAVIO

- Embarque e desembarque através de rampas
- Ausência de anteparas e pilares
- Problemas de estabilidade

- Auto custo de construção
- Baixo aproveitamento do volume dos porões (alta quebra de estiva)

OBS: O ganho proveniente da operação portuária mais rápida compensa amplamente a redução da capacidade de transporte devido a alta quebra de estiva deste tipo de navio.

Quebra de estiva é a redução do volume disponível por tonelada ou perda do espaço interno, medido em m³/tonelada, ou seja, uma carga de grande volume e pouco peso, possui maior valor de m³/tonelada, fazendo com que o navio venha a ter sua capacidade ocupada mais pelo volume do que pelo peso.

e.2.1.3) **De containers** - O transporte de containers, que começou no convés dos navios convencionais, teve um desenvolvimento extraordinário nas últimas décadas, pelas vantagens que proporciona, ocupando, atualmente, papel majoritário no transporte da carga geral. Este desenvolvimento refletiu-se nos navios de containers que vêm crescendo de porte para abrigar um número maior de containers a bordo. Este desenvolvimento refletiu-se em várias “gerações” de navios de containers que se sucederam nas últimas décadas. Assim, puderam ser caracterizadas as seguintes famílias de navios, a seguir caracterizadas:



Figura 28 – Navio porta container

<u>TIPO</u>	CAPACIDADE (em TEUs)	Comprimento x Boca x Calado (m)
2ª Geração	1.500	210 x30,5 x 10,5
3ª Geração	3.000	285 x 32,2 x 11,5
4ª Geração	4.250	290 x 32,2 x 11,6
5ª Geração	6.320	299,9 x 42,8 x 19,5

Os navios porta contentares são navios mais caros do que os navios convencionais, se forem levadas em consideração as características especiais de sua estrutura e sua maior velocidade relativa. É bem verdade que sua grande rotatividade dá-lhes uma certa vantagem econômica, que se sobrepõe às desvantagens. Os custos iniciais, no entanto, são maiores. Nesses custos se inclui também o investimento com os contentores em terra.

- DADOS GERAIS SOBRE OS NAVIOS PORTA CONTAINERS (OU CONTENTORES:)

- a) Iniciou com a transformação de cargueiros e petroleiros.
- b) Em 1966 foi inaugurada a primeira linha entre os EUA e a EUROPA.
- c) Houve a necessidade de aparelhamento portuário.
- d) Necessidade de eficiência na operação portuária.
- e) Containers (ou contentor)
 - Não padronizado: atende a padrões particulares.

- Padronizados: São normalizados pela "ISO" (International Standard Organization) e adaptados pela maioria das empresas de transporte marítimo.
- O "container" padrão tem 8 pés de largura por 8 pés de altura. O comprimento pode ser de 10, 20, 30 ou 40 pés. Porém a unidade básica é em relação ao container de 20 pés.
- O número de unidades básicas é medida por TEU (Twenty Equivalent Units).
- Um container de 40 pés podem transportar até 27,5 t.

TABELA COM FATOR DE PERDA DE ESPAÇO INTERNO PARA OS DIVERSOS PADRÕES DA ISO

Tipo de Contentor	Fator de quebra de estiva médio (%)
ISO DE 10 PÉS	17,30
ISO DE 20 PÉS	12,10
ISO DE 30 PÉS	10,00
ISO DE 40 PÉS	08,90

Nota-se assim a desvantagem de se utilizar os pequenos, como o de 10 pés. Esta é talvez a principal razão da não utilização do modelo de 10 pés nas principais rotas. Usa-se basicamente o de 20 pés e o de 40 pés. O tipo intermediário de 30 pés também não é usado porque sua dimensão principal (comprimento) não é múltipla do básico de 20 pés.

- CARACTERÍSTICAS DO NAVIO

- O arranjo interno da carga provoca uma quebra de estiva, que em alguns casos pode chegar a uma parcela razoável de volume útil.
- Alta rotatividade;
- Alto custo de aquisição
- Alta velocidade (20 a 25 nós)

- Grande abertura no convés (problemas estruturais)

e.2.1.4) **Porta-Barcaças** – Estes navios se utilizam de barcaças de mesma dimensão onde a carga é acondicionada, as quais são empilhadas à bordo, umas sobre as outras. As barcaças são retiradas de bordo por aparelhos de força dos próprios navios, sendo colocadas à contrabordo das embarcações, onde podem formar comboios. A vantagem do sistema é não exigir a atracação dos navios para desembarcarem as barcaças, o que pode ser realizado em qualquer local abrigado do porto. É um sistema vantajoso quando os comboios podem ser distribuídos rio acima, no caso de portos ligados a vias navegáveis. Há dois tipos básicos de navios que utilizam esse sistema:

- **LASH** (Lighter Aboard SHip), com as seguintes características principais:

Navios – $L = 261\text{ m}$; $B = 32,6\text{ m}$; $d = 12,1\text{ m}$. *Porte Bruto = 48.300 TPB.*

Barcaças – $L = 18,75\text{ m}$; $B = 9,5\text{ m}$; $d = 2,7\text{ m}$. Capacidade de carga de cada barcaça: 370 t. Número total de barcaças a bordo: 80.

- **SEABEE**, com as seguintes características principais:

Navios – $L = 267\text{ m}$; $B = 32,3\text{ m}$; $d = 11,9\text{ m}$

Barcaças – $L = 29,72\text{ m}$; $B = 10,67\text{ m}$; $d = 3,2\text{ m}$. Capacidade de carga de cada barcaça: 844 t. Número total de barcaças a bordo: 38.

Vantagens do sistema LASH

- Operação muito rápida
- O navio mãe não precisa atracar
- As chatas são carregadas no porto e depois levadas, por rebocadores para o navio mãe que fica ao largo.

Desvantagem do sistema LASH

- Alto custo do navio mãe e sistemas de chatas

e.2.2) **Navios Graneleiros** – Essa classe de navios corresponde à uma vasta gama de navios, indo desde aqueles que transportam graneis menores (como sal, cimento, açúcar, etc.), até aqueles que transportam petróleo cru que são, normalmente, os de maior porte existente. Para fins didáticos, podemos subdividir os navios graneleiros nos seguintes subgrupos principais:



e.2.2.1) **Graneleiros de Grãos**, que podem ser representados pelos navios tipo *PANAMAX*, que foram desenvolvidos para o transporte de grãos produzidos na costa leste norte-americana, através do Canal de Panamá, para os países asiáticos. Têm o casco achatado no fundo, o que leva à diminuição do seu calado. Suas características físicas médias são: $L = 210\text{ m}$; $B = 32,2\text{ m}$; $d = 12,0\text{ m}$. Seu Porte bruto é da ordem de 60.000 TPB . A partir de 1945 acentuou-se a tendência em todos os meios de transporte no sentido de uma maior especialização. Um dos resultados foi a ampliação do uso dos graneleiros, projetados para serem carregados e descarregados através de equipamentos de alta velocidade de transbordo. Como consequência, muitas mercadorias até então transportadas em sacos passaram a ser carregadas a granel, ou seja, sem acondicionamento.

e.2.2.2) **Mineraleiros**, que foram desenvolvidos para atender o transporte de minério de ferro. A partir de um certo porte de embarcações, esse transporte é realizado por navios graneleiros mistos, que serão detalhados a seguir. Os mineraleiros puros de maior porte têm as seguintes características: *Porte Bruto*: 152.000 TPB ; $L = 277\text{ m}$; $B = 43,5\text{ m}$; $d = 17,6\text{ m}$. Devido ao baixo fator de estiva da carga transportada ($0,4$ a $0,5\text{ m}^3/\text{t}$) os navios são muito grandes pois a capacidade desse tipo de navio não se esgota pelo volume e sim pelo peso. Em razão das toneladas transportadas, o minério de ferro e o carvão ocupam posição de destaque nessa categoria de navios.

A característica deste tipo de navio pode ser resumida como:

- Possuem um único convés
- Possuem duplo fundo
- São geralmente empregados no transporte de minérios e carvão
- Possuem rota entre terminais especializados

e.2.2.3) **Petroleiros**, destinados ao transporte de petróleo e derivados, são os navios de maior porte que trafegam no tráfego transoceânico. A partir do porte de 250.000 TPB , são internacionalmente conhecidos como *VLCCs* (Very

Large Crude Carriers). Os navios petroleiros de maior porte atualmente em tráfego, têm as seguintes características: *Porte Bruto: 477.000 TPB; L = 340 m; B = 61,8 m; d = 27,7 m.*

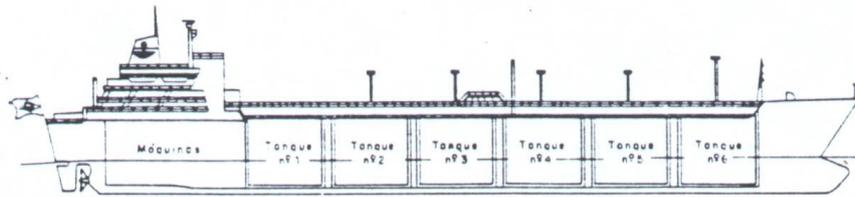


Figura 30 – Navio petroleiro

e.2.2.4) **Combinados**, navios desenvolvidos a partir da verificação de que o custo das viagens poderia ser substancialmente reduzido, caso os navios pudessem levar mais de um tipo de granel. Assim, os navios combinados mais usuais são os que transportam minério e petróleo, chamados *Ore/Oil*, ou *OO*, ou *Mínero-Petroleiros*, que transportam minério, grãos e petróleo, chamados de *Ore/Bulk/Oil* ou *OBOs* e os que transportam minério, polpas (slurry) e petróleo, chamados de *OSOs*, esses, menos usuais. A tendência no transporte de granéis não é a de construir navios especiais para determinado produto, mas utilizar a embarcação num esquema triangular de transporte múltiplo. No Brasil a Petrobrás entrosou-se com a Cia Vale do Rio Doce com a finalidade de utilizar os mesmos navios na importação de petróleo e na exportação de minério de ferro.

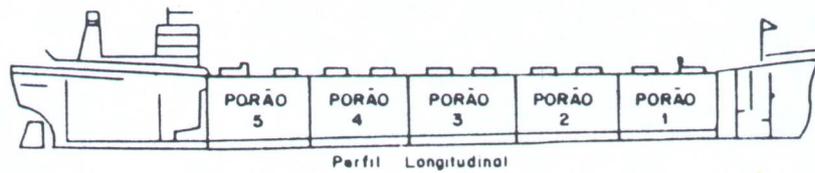
No Brasil, os dois principais armadores são a PETROBRÁS, através da Frota Nacional de Petroleiros (FRONAPE) e a Companhia Vale do Rio de Janeiro Doce, através de sua subsidiária DOCENAVE.

A primeira possui uma frota de cerca de 70 navios, sendo 44 petroleiros (6 dos quais são *VLCCs* com cerca de 280.000 TPB cada) e 12 *mínero-petroleiros*, além de outros, totalizando mais de 5 milhões de toneladas de porte bruto. Sua frota é a maior da América Latina.

A DOCENAVE possui uma frota de cerca de 2,5 milhões de toneladas de porte bruto, perfazendo cerca de 20 navios, sendo 5 são *mínero-petroleiros* (dos quais 3 têm porte superior a 275.000 TPB).

As características dos principais tipos de navios podem ser encontradas em tabelas que são atualizadas periodicamente, contendo os principais navios classificados pela entidades classificadoras internacionais.

Quando se vai fazer o projeto das instalações de um porto, é pela seleção de um determinado *navio de projeto* que se dimensionam os canais de acesso, a bacia de evolução e o próprio berço de atracação dos navios que irão freqüentar esse porto, conforme se verá adiante.



PLANO DE CARREGAMENTO

	Minério	Petróleo	Carvão ou Grão
PORÕES 1-3-5			
PORÕES 2-4			

Graneleiro de Múltipla Finalidade (Projeto Nippon Kokan)

Figura 31 – Navio combinado

e.2.2.5) *Navios de gases liquefeitos*, são navios para transporte de gases na forma líquida. Estes navios transportam carga a baixa temperatura (- 160 °C →LNG ou - 40 °C → LPG). Possuem tanques independentes e duplo casco.

São navios muito caros e de construção complexa.

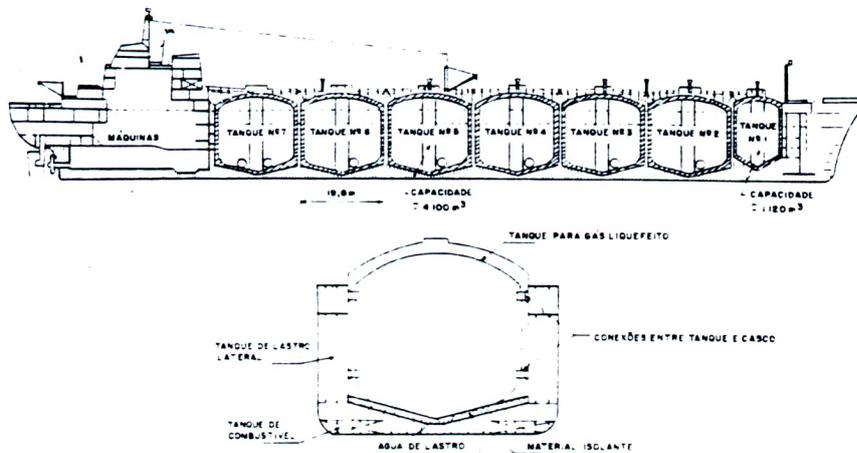


Figura 32 – Navios para gases liquefeitos

e.2.2.6) *Comboios de empurra*, caracterizam-se pela concentração de, todo o sistema propulsor de comando e de direção, bem como o alojamento da tripulação, em um único elemento, o empurrador; a carga é levada em chatas isoladas, verdadeiros "containers" flutuantes, sem qualquer outra função que a de carregar a carga.

O conjunto é rigidamente ligado por cabos de aço permitindo com facilidade de separar as chatas, que são deixadas ou recolhidas nos pontos de embarque e desembarque.

As economias propiciadas pelos comboios de empurra fizeram com que houvesse a introdução maciça destes comboios em todas as vias navegáveis do mundo.

Na Amazônia os comboios de empurra, que em outras regiões são utilizados basicamente para o transporte de carga a granel, tiveram uma utilização diferente, ou seja. São utilizados na operação "ROLL-ON ROLL-OFF", denominado regionalmente de "RO-RO CABOCLO". Esta solução tenta tirar proveitos das vantagens dos sistemas rodoviário e hidroviário.

O transporte intermodal hoje existente na Amazônia é caracterizado pela simplicidade e rapidez na operação portuária.

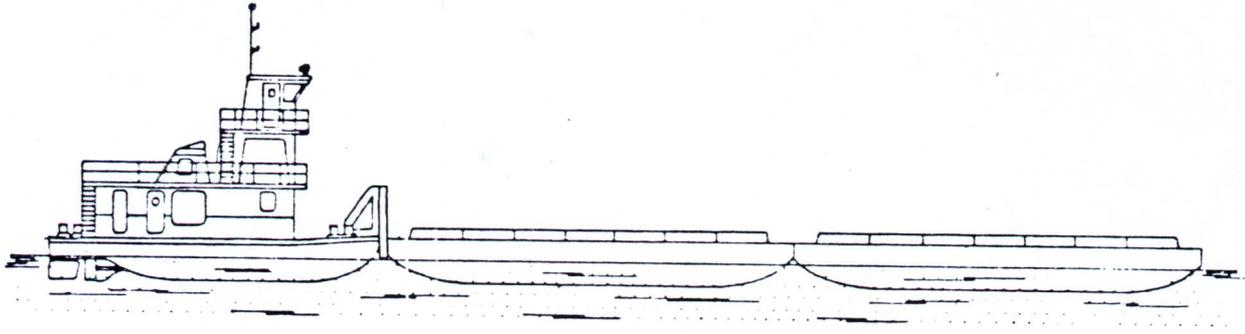


Figura 33 – Comboio de Empurra

- CONDICIONANTES PARA O PROJETO DE UMA EMBARCAÇÃO FLUVIAL

O dimensionamento de uma embarcação fluvial está diretamente ligado às características da hidrovia, às características próprias da embarcação exigidas ou definidas pelo armador (dono da embarcação), além da forma hidrodinâmica da mesma, para um melhor desempenho.

- Características da via navegável
 - Profundidade
 - Largura
 - Raio de curvatura
 - Correnteza
 - Obras de transposição (eclusas)
 - Obras de arte (pontes, etc)

- Características da embarcação
 - Função da carga (tipo): granel líquido ou sólido, ou passageiros.
 - Função da capacidade: volume , peso
 - Local de operação (rio, lago, canal artificial)
 - Requisitos operacionais: capacidade de manobra, velocidade de operação, etc.

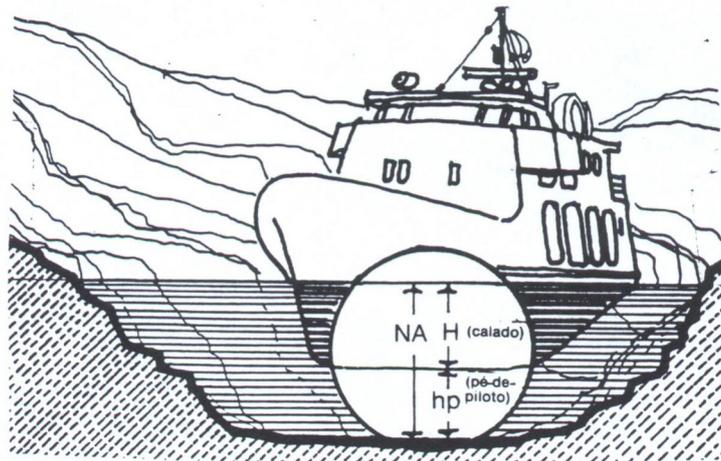


Figura 34 – Embarcação na via navegável

➤ Características da linha

- Velocidade e tempo de viagem: a velocidade pode ser definida pelos tempos máximos desejáveis para se cobrir uma determinada distância, então:

- **Velocidade = espaço / tempo**

A velocidade entre um ponto “A” e outro “B” é igual a distância de “A” à “B” dividida pelo tempo despendido para percorre-la.

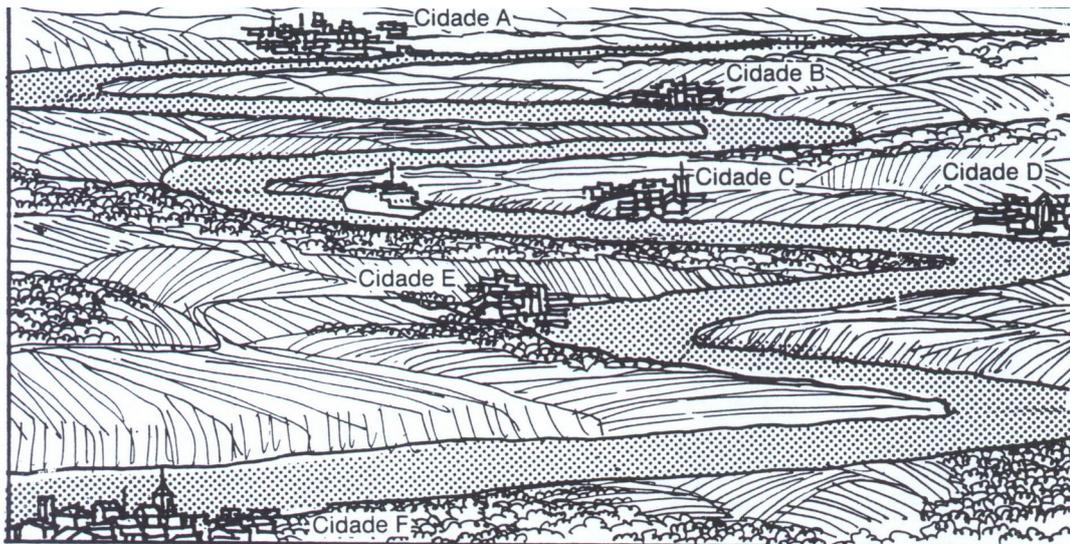


Figura 35 – Linha de navegação

O tempo de viagem redonda (ida e volta) será igual ao tempo de subida do rio (T_s), contra a correnteza, mais o tempo de descida (T_d), a favor da correnteza e mais o tempo da embarcação parada no porto (T_p).

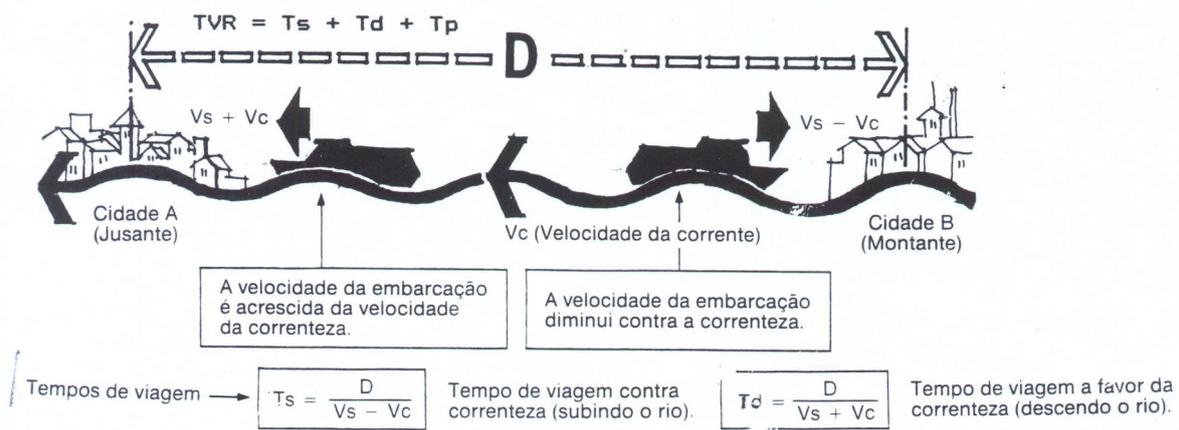


Figura 36 – Tempo de viagem de embarcação

➤ Da análise econômica e operacional

Além do custo (geralmente o mais importante), não devemos esquecer outros fatores que intervêm na escolha da embarcação tipo, tais como:

- Flexibilidade
- Eficácia em função da variação das características da hidrovia como: sinuosidade e variação de nível d'água.
- Habitabilidade (conforto)
- Sobrevivência (em casos de acidentes)
- Inovação
- Não obsolescência

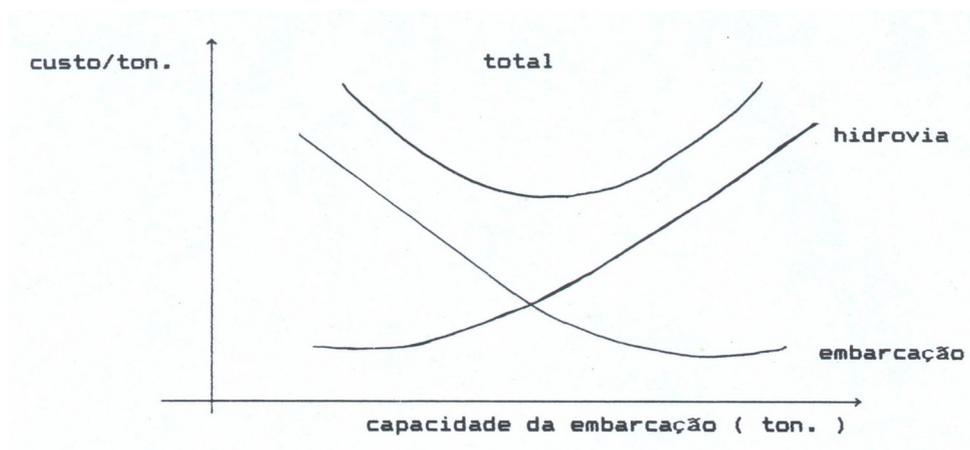


Figura 37 – Figura com análise econômica da embarcação e a via

- **PORTOS: DEFINIÇÃO, CARACTERÍSTICAS E CLASSIFICAÇÃO**

a) Definição: Define-se **PORTO**, em sua concepção mais geral, como qualquer lugar onde seja possível realizar o transbordo de mercadorias ou passageiros, entre o tráfego aquático e terrestre

b) Características: Um porto deve ter como características gerais:

- Facilidade de acesso terrestre
- Profundidades adequadas aos navios a que se destinam
- Instalações de acostagem
- Facilidades para a movimentação da carga
- Abrigo para os navios a que se destinam
- Áreas de estocagem adequadas para a carga que se destinam

c) Classificação

De uma forma geral, os portos poderiam ser classificados nas seguintes categorias, quanto à sua função e suas características principais:

TIPOS	PROFUNDIDADE (m)	EQUIPAMENTOS	CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS
CARGA GERAL	10 a 12	Guindastes e empilhadeiras	Armazéns e Pátios
MILITARES	8 a 11	Equiptos. de reparo/Diques Secos	Amplas saídas marítimas
PESCA	6 a 9	Frigoríficos e Fábricas de Gelo	Ampla extensão de acostagem
DE MINÉRIOS	20 a 24	Correias transportadoras/ Empilhadeiras/Recupradoras/Carregadeiras de navio/Viradores de vagão	Amplas áreas de estocagem/Acostagem contínua ou descontínua
PETROLEIROS	25 a 27	Instalações de bombeamento/Oleodutos	Acostagem descontínua

Considerando-se o porte dos navios cargueiros existentes até o fim da Segunda Guerra Mundial e as características da própria carga geral, constituída por volumes e pesos inteiramente distintos entre si, os portos eram construídos, inicialmente, em locais onde se podia fazer a movimentação dessa carga, ao abrigo de qualquer agitação externa, proveniente de ondas. Assim, os locais escolhidos para a construção das primeiras instalações portuárias eram estuários, baías ou regiões naturalmente abrigadas, de menores profundidades naturais, onde se podia movimentar a carga com os navios parados. Os portos construídos nesses locais são chamados de *portos internos*.

Posteriormente, o desenvolvimento da carga a granel - sólido ou líquido - e o aumento do porte dos navios que movimentam essa carga, os *graneleiros*, passaram a requerer locais de maior profundidade para os navios e a dispensar a necessidade da movimentação da carga ser realizada sem nenhuma oscilação por parte do navio. No caso do petróleo, a descarga dos navios pode ser realizada, até mesmo, em locais inteiramente desabrigados, uma vez que o transbordo dessa carga é realizado por bombeamento do próprio navio, sem necessidade sequer de sua acostagem em instalações fixas. Esses fatos geraram como conseqüência a possibilidade de construção de novos portos em

locais desabrigados, ou parcialmente abrigados, em regiões do litoral onde existem maiores profundidades naturais. Caso seja necessário algum tipo de abrigo contra a agitação reinante, esse poderá ser obtido através da construção de alguma obra adequada à essa finalidade. Os portos construídos em regiões desabrigadas do litoral são também chamados de *portos externos* ou *portos off-shore*.

7 - ARRANJO GERAL DOS PORTOS

No arranjo geral dos portos, normalmente se podem distinguir três partes componentes: o canal de acesso, o ante-porto e o porto, propriamente dito, com sua bacia de evolução e instalações de acostagem.

O *canal de acesso* liga as profundidades existentes em alto mar às profundidades dos berços de atracação dos portos, permitindo a entrada dos navios nas instalações aquaviárias dos portos. Os canais de acesso são caracterizados por sua profundidade, largura, inclinação dos taludes laterais e curvas, quando existirem. Devem ser o mais retilíneo possível e alinhados na direção dos ventos. São, normalmente balizados, tendo suas profundidades mantidas natural ou artificialmente. Normalmente são dimensionados de molde a permitir o cruzamento de dois navios trafegando em sentido contrário

O *ante-porto* é área marítima onde os navios fundeiam quando entram no porto, aguardando a visita das autoridades policiais, aduaneiras e da saúde, a fim de desembarçar o navio, permitindo a atracação. O ante-porto deve ser dimensionado de forma que os navios aí fundeados possam girar em torno do ponto de atracação

Finalmente, o *porto* é onde se encontram as *instalações de acostagem* dos navios em frente às quais se estende a *bacia de evolução* das embarcações que atracam o porto. Essa última área serve às manobras dos navios na atracação e desatracação.

As dimensões dessas diferentes áreas do porto variam conforme os navios para os quais elas forem projetadas. Esses navios, que normalmente são os maiores navios que uma determinada instalação portuária pode abrigar, são chamados de *navios de projeto*. Os parâmetros essenciais do navio destinados ao dimensionamento das instalações portuárias são o comprimento, a boca e o calado.

Dimensionamento dos Canais de Acesso

a) Largura do Fundo.

O dimensionamento da largura de fundo dos canais é realizado em função da *boca (B)* do navio de projeto, *nos trechos retilíneos*, e da *boca (B)* e *comprimento (L)* do mesmo navio, *nos trechos em curva*. As fórmulas utilizadas nesse dimensionamento são empíricas, como não poderiam deixar de ser, uma vez que expressam fatores altamente aleatórios como os que regem o movimento dos navios nas áreas portuárias. De qualquer forma, todas elas incorporam coeficientes de segurança compatíveis com cada elemento que se quer dimensionar, em cada caso. Os navios de maior dimensão exigem, evidentemente, uma maior folga no dimensionamento das instalações. O dimensionamento realizado para navios de menor porte permite que as fórmulas a serem aplicadas tenham folgas menores.

Considerando-se a seção transversal do canal de acesso abaixo, as principais fórmulas utilizadas no dimensionamento do seu fundo são, para os *trechos retilíneos*:

$$\left\{ \begin{array}{l} V = 1,6 B \\ e > 1,6 B \\ t = (1,0 \text{ a } 1,3) B \end{array} \right.$$

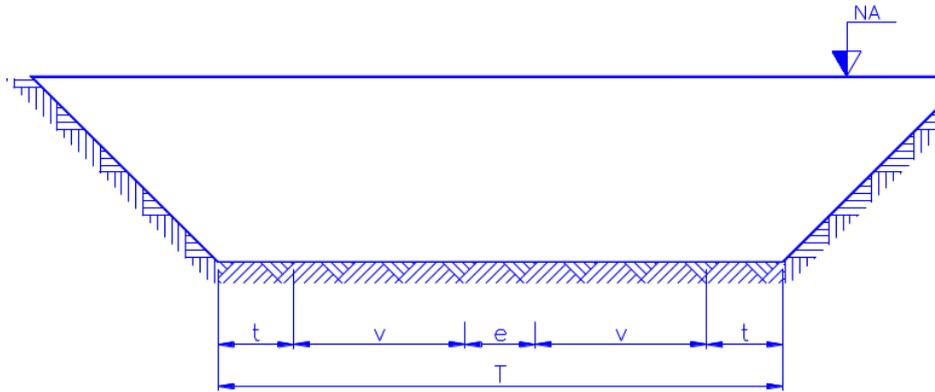


Figura 38 – Seção transversal da via

Onde: V – Via de passagem dos navios.
 e –Entrevidas.
 t – Distância ao pé dos taludes laterais do canal.

Outras fórmulas simplificadas aplicadas ao dimensionamento do fundo dos canais, também podem ser utilizadas, de acordo com a PIANC (Permanent International Association of Navigation Congresses):

$$\left\{ \begin{array}{l} T = (6 \text{ a } 7) B \\ T = (3 \text{ a } 4) B \end{array} \right. \begin{array}{l} \longrightarrow \text{ com cruzamento de navios} \\ \longrightarrow \text{ sem cruzamento de navios} \end{array}$$

A Norma Brasileira - NBR 13246/1995, adota os seguintes valores para "T":

$$\begin{array}{l} T = (6,8 \text{ a } 7,4) B \longrightarrow \text{ com cruzamento de navios} \\ T = (3,6 \text{ a } 4,2) B \longrightarrow \text{ sem cruzamento de navios} \end{array}$$

OBS: Os valores de "T" mínimos correspondem a canais com taludes inclinados e os valores de "T" máximos correspondem a canais com taludes verticais.

Nos *trechos em curva*, será necessário o acréscimo de uma *sobrelargura* que permita a inscrição dos navios de projeto, levando-se em conta seu *comprimento*, de acordo com a fórmula a seguir, referente ao *comprimento* do navio:

$$S = L^2/8R$$

Onde: S – Sobrelargura do canal em curva
 R – Raio do eixo do canal (Ver Figura 7)

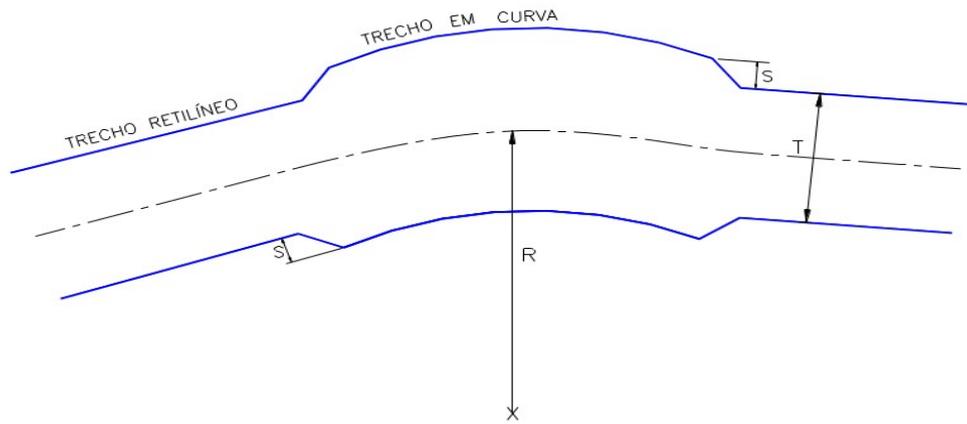


Figura 39 – Sobrelargura de curva

b) Profundidade do canal

Na fixação das profundidades do canal, é necessário levar-se em conta os movimentos dos navios que são representados como se segue:

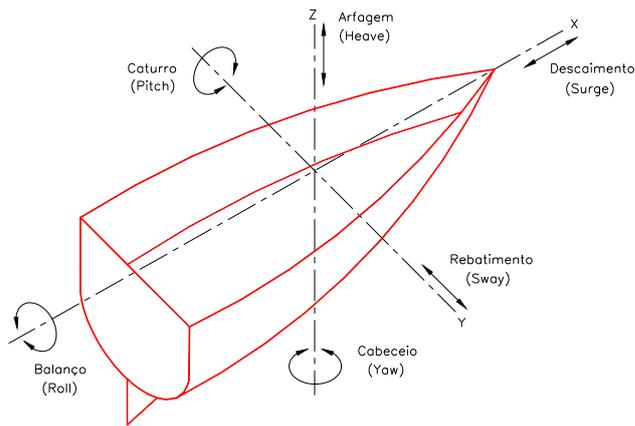


Figura 40 – Movimentos da embarcação

Referências Bibliográficas

▪ Obras Portuárias

Livros:

- ✓ UNCTAD - United Nations, *Port Development*, 1978
- ✓ Mason, Jaime - *Obras Portuárias*, Editora Campus Ltda., 1981
- ✓ Bruun, Per - *Port Engineering*, Gulf Publishing, 1976
- ✓ Agerschou, Hans et alii - *Planning and Design of Ports and Marine Terminals*, John Wiley and Sons, 1983
- ✓ Adler, Hans A. - *Avaliação Econômica dos Projetos de Transportes*, Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1978

Anais:

- ✓ *PIANC - Permanent International Association of Navigation Congresses*, Seção II, Navegação Marítima

Periódicos:

- ✓ *Terra et Acqua*
- ✓ *Journal of the Waterway, Port, Coastal and Ocean Division*, publicação da ASCE - American Society of Civil Engineers

Apostila

- ✓ *Góes, Hildebrando de Araujo Filho - Engenharia Portuária – Curso Especial em Gestão de Sistemas Portuários*, COPPE/UFRJ/CIAGA, 1998
-

• Engenharia Costeira

Livros:

- ✓ U.S. Army, Coastal Engineering Research Center - *Shore Protection Manual*, 1984
- ✓ Sorensen, Robert - *Basic Coastal Engineering*, John Wiley & Sons, 1978
- ✓ Silvester, Richard - *Coastal Engineering*, vols.1 e 2, Elsevier Scientific Publishing Co., 1974

Anais:

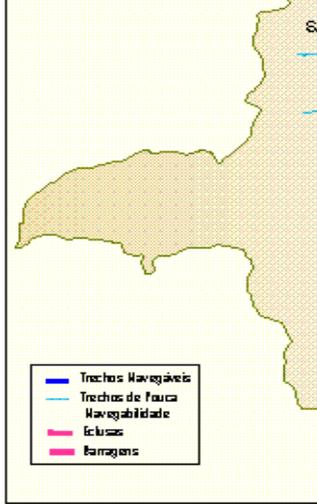
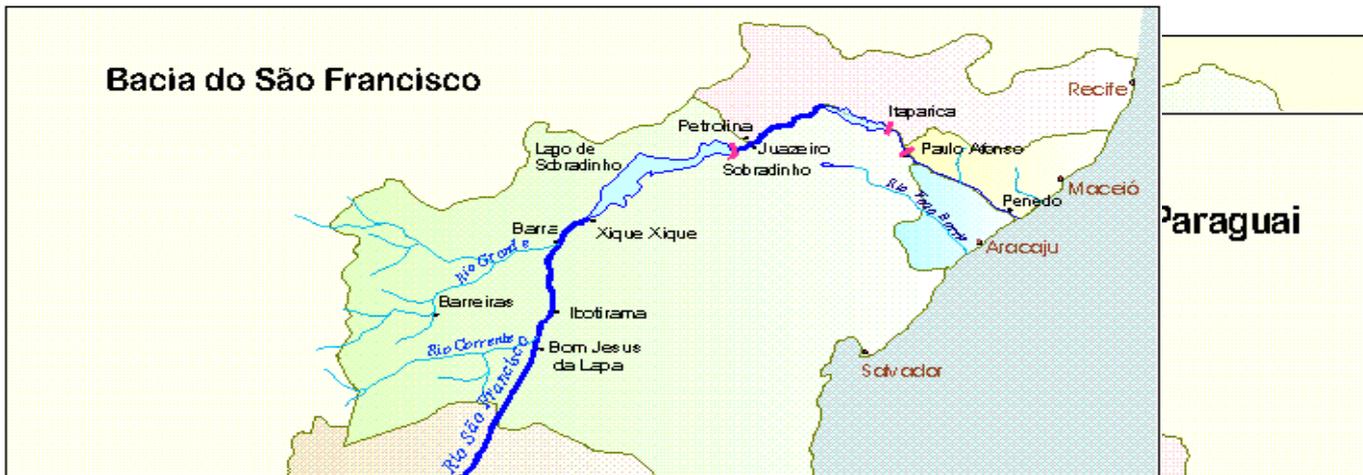
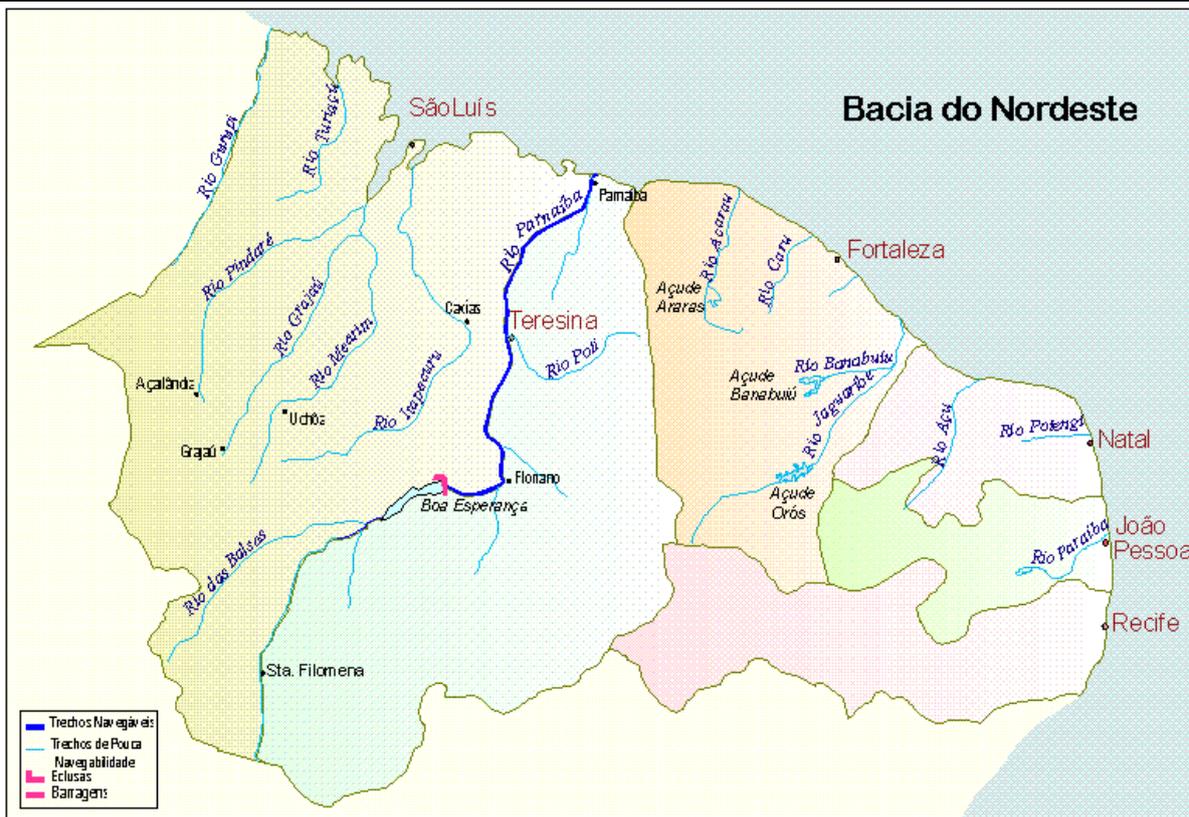
- ✓ *International Conference on Coastal Engineering* - ICCE, publicados pela ASCE - American Society of Civil Engineers
- ✓ *Conference on Coastal and Port Engineering in Developing Countries*, -COPEDEC.

Periódicos:

- ✓ *Journal of the Waterway, Port, Coastal and Ocean Division*, publicação da ASCE - American Society of Civil Engineers

ANEXO

REDE HIDROVIÁRIA BRASILEIRA



Rede Hidroviária Brasileira

BACIA E RIO	TRECHO NAVEGÁVEL	EXTENSÃO (km)	PROF. MÍNIMA (m) 90% DO TEMPO
BACIA AMAZÔNICA			
Amazonas	Foz – Manaus	1.488	6,90
	Manaus – Benjamim Constant	1.620	4,50
Pará	Foz – Baía das Bocas	316	12,00
	Estreito de Boiçu – Furos do Tajapurú, Limão e Ituquara	154	6,50
	Estreito de Breves – Furo do Mucujubim	84	8,00
Javari	Foz – Boca do Javari-Mirim	510	0,80
Jutaí	Foz – Jutaí	800	1,20
Juruá	Foz – Eirunepé	1.644	
	Eirunepé – Cruzeiro do Sul	798	1,00
	Cruzeiro do Sul – Taumaturgo	347	(1)
Tarauá	Foz – Confluência Embira	250	1,20
	Confluência Embira – Tarauá	320	(1)
Embira	Foz – Porto União	200	1,20
	Porto União – Progresso	610	(1)
Paru	Almeirim – Confluência Igarapé Maricariú	140	(1)
Jari	Foz – Cachoeira de Santo Antônio	150	2,40
Capim	Foz – Santana	53	1,50
	Santana – 200 km montante de Santana	200	1,20
Guamá	Foz – Foz do Capim	112	2,00
Paraná do Arariazinho	Foz Madeira – Foz Canumã	27	4,50
Canumã	Foz Paraná do Arariazinho – Foz Sucunduri	186	6,00
Sucunduri	Foz – Bom Jesus	134	2,00
Purus	Foz – Cachoeira do Hilário	1.688	2,10
	Cachoeira do Hilário – Boca do Acre	520	1,10
	Boca do Acre – Foz do Rio Iaco	240	0,80
Acre	Boca do Acre – Rio Branco	285	0,80
	Rio Branco – Brasiléia	337	(1)
Madeira – Mamoré – Guaporé	Foz – Porto Velho	1.100	2,10
	Porto Velho – Guajará-Mirim	446	...
	Guajará-Mirim – Foz Guaporé	192	1,20
	Foz Guaporé – Mato Grosso	1.180	0,90
Tapajós	Santarém – Cururu	35	15,00
	Cururu – Itaituba	245	2,50
	Itaituba – São Luís	47	1,70
Xingu	Foz – Porto Moz	58	5,80
	Porto Moz – Foz do Peri	68	2,20
	Foz do Peri – Souzel	45	1,40
	Souzel – Belo Monte	65	1,60
	Belo Monte – 13 km jusante Altamira	87	1,30
	13 km jusante Altamira – Cachoeira do Espelho	95	1,30
	Cachoeira do Espelho – Iriri	11	0,80
Içá ou Putumaio	Foz – Visconde do Rio Branco	358	0,80
Jupurá ou Caquetá	Foz – Vila Bitencourt	721	1,50
Jamundá ou Nhamundá	Foz – Confluência Piracutu	155	1,80
Negro	Foz – Cucuí	1.160	2,40
Branco	Foz – Caracará	440	0,90
	Caracará – Montante Cor. Bem Querer	14	(1)
	Cor. Bem Querer – Confl. Uraricuera – Tacutu	140	0,90

(continua)

BACIA E RIO	TRECHO NAVEGÁVEL	EXTENSÃO (km)	PROF. MÍNIMA (m) 90% DO TEMPO
Trombetas	Foz – Oriximiná	30	2,10
	Oriximiná – Porteira	230	1,50
Iriri	Foz – Confluência Rio Novo	232	(1)
Majari	Foz – 3 km montante de Cararucu	30	3,00
Caxiuanã	Foz – Piranha	30	3,00
Ipixuma	Foz – Amaral	22	2,00
BACIA TOCANTINS / ARAGUAIA			
Tocantins	Foz – Cametá	60	5,00
	Cametá – Tucuruí	190	3,00
	Tucuruí – Itupiranga	210	1,60
	Itupiranga – São João do Araguaia	95	0,90
	São João do Araguaia – Imperatriz	190	1,50
	Imperatriz – Tocantinópolis	100	(1)
	Tocantinópolis – Miracema	500	1,00
Araguaia	Miracema – Confluência Maranhão/Paraná	390	(1)
	Confluência Tocantins – Santa Isabel	165	1,10
	Santa Isabel – Xambioá	63	(1)
	Xambioá – Conceição do Araguaia	276	0,70
	Conceição do Araguaia – Barra do Garças	1.194	0,90
Mortes	Barra do Garças – Baliza	58	0,70
	Foz – Saranzal	150	1,10
	Saranzal – Foz do Pindaíba	295	0,90
BACIA DO SÃO FRANCISCO			
São Francisco	Foz – Piranhas	208	2,50
	Piranhas – Itaparica	106	...
	Itaparica – Boa Vista	296	...
	Boa Vista – Juazeiro	150	(1)
	Juazeiro – Pirapora	1.290	1,50
	Pirapora – Três Marias	140	...
	Remanso de Três Marias	150	2,10
	Final do Remanso de Três Marias-Iguatama	190	(1)
Pará	Foz – Ponte Miranda	70	(1)
Paraopeba	Foz – 66 km montante	66	(1)
Velhas	Foz – Várzea da Palma	70	0,80
Jequitaiá	Foz – Vila da Barra	155	(1)
Verde-Grande	Foz – Vila Barreiros	167	(1)
Indaiá	Foz – 79 km montante	79	(1)
Abaeté	Foz – 53 km montante	53	(1)
Paracatu	Foz – Porto Cavalo	104	1,10
	Porto Cavalo – Buriti	240	(1)
Prata	Foz – Porto Diamante	82	(1)
Preto	Foz – Cachoeira do Russão	122	(1)
Sono	Foz – Cachoeira das Almas	62	(1)
Urucaia	Foz – Cachoeira de Poço Fundo	138	(1)
Pardo	Foz – 60 km montante	60	(1)
Carinhanha	Foz – Corrente de Marruá	80	2,00
Corrente	Foz – Santa Maria de Vitória	109	1,30
Formoso	Foz – 33 km montante	33	0,80
Arrojado	Foz – Povoado de Lapinha	33	(1)

(continuação)

BACIA E RIO	TRECHO NAVEGÁVEL	EXTENSÃO (km)	PROF. MÍNIMA (m) 90% DO TEMPO
Éguas ou Correntinha Grande	Foz – 40 km montante	40	(1)
	Foz – Campo Largo	250	2,00
	Campo Largo – Barreiras	116	1,00
Preto	Foz – São Marcelo	273	1,20
Sapão	Foz – 12 km montante	12	(1)
Branco	Foz – 52 km montante	52	(1)
Ondas	Foz – 11 km montante	11	(1)
BACIA DO PARANÁ			
Paraná	Foz do Iguazú – Itaipu	29	2,40
	Itaipu – Jupiá	657	1,90
	Jupiá – Ilha Solteira	54	2,40
	Ilha Solteira – Paranaíba Grande	68	2,40
Iguaçu	Foz – Sopé das Cataratas	20	2,40
	Porto União – Porto Amazonas	350	(1)
Piquiri	Foz – Salto dos Apertados	100	1,20
Ivaí	Foz – Ilha do Pedregulho	45	1,50
	Ilha do Pedregulho – Corredeira do Ferro	113	(1)
Paranapanema	Foz – 20 km montante	20	1,50
	20 km montante – Porto Euclides da Cunha	50	(1)
Tibagi	Foz – Jataizinho	78	(1)
Ivinhema	Foz – Cordeiras do Marimbondo	70	1,50
	Cordeiras do Marimbondo – Porto Rolon	65	1,10
Brilhante	Foz – Porto Juraci	60	(1)
Dourado	Foz – Porto Mercedes	150	(1)
Pardo	Foz – 50 km montante	50	1,50
	50 km montante – Porto da Barra	120	1,10
Inhanduí-Guaçu	Foz – Porto Tupi	70	1,40
Verde	Foz – 30 km montante	30	1,30
	30 km montante – Águas Claras	120	1,10
Peixe	Foz – 36 km montante	36	(1)
Grande	Foz – Barragem de Água Vermelha	59	2,10
Iguatemi	Foz – Porto 12 de Outubro	90	1,10
Amambaí	Foz – Porto Felicidade	90	1,10
Sucuriú	Foz – Fim do Remanso da Barragem Jupiá	85	2,10
Parnaíba	Foz – Canal de São Simão	180	2,10
Tietê	Foz – 40 km montante (Remanso de Jupiá)	40	4,00
	40 km montante – Nova Avandava	148	...
	Nova Avandava – Promissão	50	3,00
	Promissão – Ibitinga	107	3,00
	Ibitinga – Laras	240	3,00
Piracicaba	Foz – 22 km montante (Remanso de Barra Bonita)	22	3,00
	22 km montante – Piracicaba	61	...
BACIA DO PARAGUAI			
Paraguai	Foz Apa – Corumbá	603	1,50
	Corumbá – Cáceres	720	1,50
	Cáceres – Barra Bugres	370	(1)
Jauru	Foz – Porto Limão	55	0,80
	Porto Limão – Porto Espiridião	115	(1)

(continua)

(continuação)

BACIA E RIO	TRECHO NAVEGÁVEL	EXTENSÃO (km)	PROF. MÍNIMA (m) 90% DO TEMPO
Cuiabá	Foz – Porto Cercado	352	1,50
	Porto Cercado – Cuiabá	256	(1)
São Lourenço	Foz - Colônia Pirigara	25	0,80
	Colônia Pirigara - São Lourenço	170	(1)
Piquiri	Foz - Itiquira	215	(1)
Taquari	Foz - Porto Rolon	100	0,80
	Porto Rolon - Coxim	335	(1)
Miranda	Foz - Barra Aquidauana	120	0,80
	Barra Aquidauana - Miranda	80	(1)
BACIA DO URUGUAI			
Uruguai	Barra do Quaraí - Uruguaiana	180	(1)
	Uruguaiana - São Borja	210	0,80
	São Borja - Iraí	450	(1)
Ibicuí	Foz - Barra do Santa Maria	350	(1)
Santa Maria	Foz - D. Pedrito	175	(1)
Ibirapuitá	Foz - 15 km montante	15	(1)
Ijuí	Foz - 30 km montante	30	(1)
Cacequi	Foz - 25 km montante	25	(1)
Quaraí	Foz - 5 km montante	5	0,80
	5 km montante - Quaraí	50	(1)
RIOS DO NORDESTE			
Mearim	Foz - Barra do Ipixuna	216	2,00
	Barra do Ipixuna - Pedreiras	188	1,50
	Pedreiras - Uchoa	210	0,80
	Uchoa - Barra do Corda	31	(1)
Grajaú	Foz - Paiol	40	1,00
	Paiol - Grajaú	580	(1)
Pindaré	Foz - Pindaré-Mirim	178	2,50
	Pindaré-Mirim - Santa Inês	39	2,00
	Santa Inês - Rio Caru	112	1,00
	Rio Caru - Porto Boa Vista	40	0,80
	Porto Boa Vista - Buriticupu	87	(1)
Itapecuru	Foz - Rosário	35	1,30
	Rosário - Colinas	530	(1)
Cururupu	Foz - Cururupu	15	(1)
Pericumã	Foz - 45 km montante	45	(1)
Aurá	Foz - 50 km montante	50	(1)
Munim	Foz - Vila da Manga	48	1,10
	Vila da Manga - 67 km montante	67	(1)
Preguiças	Foz - Vila Barreirinhas	30	(1)
Gurupi	Foz - Vizeu	25	3,00
	Vizeu - Barra do Gurupi-Mirim	135	(1)
Maracassumé	Foz - 300 km montante	300	(1)
Turiaçu	Foz - Laranjal	192	(1)
Parnaíba	Foz - Floriano	641	0,80
	Floriano - Guadalupe (Barragem de Boa Esperança)	75	1,00
	Remanso da Barragem de Boa Esperança	155	3,00
	Uruçui - Santa Filomena	364	0,80
Balsas	Foz - Balsas	225	0,80
Jaguaripe	Foz - Aracati	33	2,80
Apodi ou Mossoró	Foz - Mossoró	60	2,80
Piranhas ou Açú	Foz - Açú	46	2,00

(continua)

(continuação)

BACIA E RIO	TRECHO NAVEGÁVEL	EXTENSÃO (km)	PROF. MÍNIMA (m) 90% DO TEMPO
Potengi ou R.G. do Norte	Foz - Macaíba	30	3,00
Curimataú	Foz - Canguaretama	20	1,80
Maranguape	Coqueirinho - Marcação	40	2,20
Paraíba do Norte	Cabedelo - João Pessoa	18	1,00
Ipojuca	Foz - Barra do Suape	20	1,00
Capiberibe	Foz - 20 km montante	20	1,00
São Miguel	Foz - Canavieiras	20	1,60
Paraíba do Meio	Foz - Terra Nova	14	(1)
Piauí	Foz - Estância	36	1,20
Vaza-Barris ou Ipiranga	Foz - 50 km montante	50	1,00
Canal de Santa Maria	Rio Sergipe - Vaza-Barris	55	1,00
Paramopama	Foz - São Cristóvão	...	1,50
Cotingüiba	Foz - Laranjeiras	...	1,50
Sergipe	Foz - Barra R. do Sal	...	0,80
	R. do Sal - Riachuelo	...	1,20
Canal de Pomonga	R. Sergipe - R. Japarutuba	32	1,30
Sal	Foz - Povoado de Taiçosa	...	2,10
Japarutuba	Foz - 45 km montante	45	1,20
Poxim ou Betume	Navegável em toda a sua extensão	...	1,00
Mucuri	Foz - Cachoeira Santa Clara	198	1,20
Peruípe	Foz - S. José Peruípe	40	(1)
Itanhaém	Foz - Faz. Cascata	48	(1)
Jucuruçu	Prado - Faz. Bom Vier - Faz. Bom Fim	96	(1)
	Braço Sul	84	(1)
Buranhém	Foz - Vale Verde	39	1,20
Caraíva	Foz - 24 km montante	24	(1)
Frade	Foz - Fazenda Jacarandá	48	(1)
João Tibas	Foz - Laranjeiras	60	(1)
Jequitinhonha ou Belmonte	Foz - Salto Grande	2,80	(1)
	Salto Grande - Itabepi	484	1,50
Pardo	Foz - 60 km montante	60	(1)
Una ou Aliança	Foz - Pedras	4	2,00
Cachoeira Colônia	Foz - Itabuna	12	2,30
Contas ou Jusiapé	Foz - Cachoeira	24	2,20
Santana	Foz - Bco. da Vitória	6	(1)
Almada	Ilhéus - Lagoa Encantada	8	(1)
Sergy	Foz - Santo Amaro	25	...
Sirinhaém	Foz - Itaberá	...	1,60
Una	Foz - Valença	...	(1)
Jaguaribe	Foz - Nazaré	48	1,60
Paraguaçu	Foz - Cachoeira São Félix	80	(1)
Joanes	Foz - Cachoeirinha	...	(1)
Inhambupé	Foz - Inhambupé	50	1,00
Itapecuru	Foz - Itapicuru	56	1,00
Real	Foz - Cristinápolis	34	1,00
RIOS DO SUDESTE			
São Mateus	Foz - São Mateus	44	2,70
Doce	Foz - Colatina	100	0,80
	Colatina - Aimorés	47	(1)

(continua)

(continuação)

BACIA E RIO	TRECHO NAVEGÁVEL	EXTENSÃO (km)	PROF. MÍNIMA (m) 90% DO TEMPO
Piracicaba	Foz - 46 km montante	46	(1)
Piraquê-Açu/Santa Cruz	Foz - Vila do Pau Gigante	30	1,80
Santa Maria	Foz - Leopoldina	60	1,20
Benevente	Foz - Alfredo Chaves	44	1,20
Itapemirim	Foz - Itapemirim	42	1,00
Itabapoana	Foz - Vila Itabapoana	66	1,00
Itaúnas	Foz - 50 km montante	50	(1)
Piúma	Foz - 25 km montante	25	(1)
Iconha	Foz - Povoado de Rodeio	3	(1)
Guarapari	Foz - 6 km montante	6	(1)
Jucu	Foz - 60 km montante	60	(1)
Paraíba do Sul	Foz - São Fidélis	90	2,80
	Cachoeira Paulista - Caçapava	130	(1)
Muriaé	Foz - Cachoeira Machado	46	2,00
Pomba	Foz - Santo Antônio de Pádua	15	0,80
Paraibuna	Juiz de Fora - Benfica	30	(1)
Macacu	Foz - Japuíba	65	1,60
Magé	Foz - 6 km montante	6	1,50
Suruí	Foz - Suruí	4	1,60
Iguaçu	Foz - Iguaçu	30	3,00
Macaé	Foz - Nossa Senhora das Neves	30	2,00
Estrela	Foz - Inhomirim	15	1,50
Ribeira de Iguape	Foz - Registro	70	0,80
Juquiá	Foz - Juquiá	54	1,00
Peropava	Foz - 27 km montante	27	1,00
Una da Aldeia	Foz - Foz do Itingaçu	62	1,00
Jucupiranga	Foz - Povoado de Capinzal	24	1,00
Itanhaém/Aguapeu	Foz - 60 km montante	60	2,00
RIOS DO SUL			
Cachoeira	São Francisco do Sul - Joinville	10	2,10
Itajaí-Açu	Itajaí - Blumenau	70	(1)
Itajaí-Oeste	Barra do Trombudo - Taió	56	(1)
Tubarão	Foz - Tubarão	40	1,20
Araranguá	Foz - Jundiá	40	1,50
Una	Lagoa Mirim - Forquilha	30	1,80
Canal de São Gonçalo	Todo navegável	70	2,50
Lagoa Mirim	Canal de São Gonçalo - Santa Vitória do Palmar	190	2,50
Jaguarão	Foz - Jaguarão	32	2,50
Lagoa dos Patos	Itapuã - Rio Grande	250	5,80
Guaíba	Porto Alegre - Itapuã	50	5,80
Gravataí	Foz - Vila Niterói	5	5,00
	Vila Niterói - Cachoeirinha	8	1,50
	Cachoeirinha - Gravataí	19	0,80
Camaquã	Foz - São José do Patrocínio	120	(1)
Sinos	Foz - Volta Redonda	20	3,00
	Volta Redonda - Passo do Carioca	8	1,50
	Passo do Carioca - São Leopoldo	16	0,80
Caí	Foz - Porto Morretes	1	4,50
	Porto Morretes - Montenegro	53	1,80
	Montenegro - Bar. Rio Branco	12	1,30
	Bar. Rio Branco - São Sebastião do Caí	12	0,80

(continua)

(continuação)

BACIA E RIO	TRECHO NAVEGÁVEL	EXTENSÃO (km)	PROF. MÍNIMA (m) 90% DO TEMPO
Jacuí	P. Alegre - Largo Santa Cruz	36	4,00
	Largo Santa Cruz - Col. Penal	7	3,50
	Col. Penal - Barra do Vacacaí	226	3,00
	Barra do Vacacaí - Cachoeira Pau a Pique	22	1,30
	Cachoeira Pau a Pique - 1º Ltº do Monjoleiro	8	1,00
Taquari	1º Ltº do Monjoleiro - Vila D. Francisca	53	(1)
	Foz - Porto Mariante	53	3,00
	Porto Mariante - Arroio do Meio	47	3,00
Pardo	Arroio do Meio - Muçum	48	(1)
Vacacaí	Foz - Candelária	70	(1)
	Foz - 65 km montante	65	(1)

(1)Navegável apenas nas cheias.

FONTE: DP/ MT.