

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
Curso de Especialização em Engenharia e Gestão Portuária

**CANAIS DE ACESSO AOS PORTOS BRASILEIROS:
DEMANDAS DE INFRAESTRUTURA PELA EVOLUÇÃO
DOS NAVIOS TIPO**

AUTOR: Fernando Corrêa dos Santos - Engenheiro Civil

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal de Santa Catarina como
requisito para a obtenção do título de Especialista em Engenharia e Gestão Portuária

Orientador: Prof. Gilberto Barreto da Costa Pereira

Florianópolis/SC
Novembro de 2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
Curso de Especialização em Engenharia e Gestão Portuária

**CANAIS DE ACESSO AOS PORTOS BRASILEIROS:
DEMANDAS DE INFRAESTRUTURA PELA EVOLUÇÃO
DOS NAVIOS TIPO**

AUTOR: Fernando Corrêa dos Santos - Engenheiro Civil

O trabalho foi julgado adequado para a obtenção do título de Especialista em Engenharia e Gestão Portuária e aprovado em sua forma final pelo Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina.

Prof. Jucilei Cordini, Dr.
Coordenador do Curso

Prof. Gilberto Barreto da Costa Pereira
Orientador

Banca Examinadora:

Prof. Gilberto Barreto da Costa Pereira
UFSC/SEP

Prof. Jucilei Cordini
UFSC

Este trabalho é dedicado a minha amada família, em especial meus pais Osiris dos Santos e Ana Maria Corrêa dos Santos, esposa Maria Benita Rodrigues e filho Davi Rodrigues Santos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC e à Secretaria Especial de Portos – SEP pela oportunidade desfrutada e suporte institucional.

Agradeço a todos os professores dessa Especialização pelos momentos de debates, entendimentos e reflexão, em especial ao meu orientador Sr. Gilberto Barreto pela generosidade de compartilhar sua experiência e sua rica percepção do setor portuário. A Sra. Milva Capanema, meu reconhecimento pelo apoio pedagógico contínuo, fundamental para o êxito dessa empreitada.

Agradeço aos colegas de classe, profissionais e amigos da equipe de trabalho da Secretaria de Portos com os quais compartilhei, aprendi e vivenciei a lida do dia-a-dia. Ao Sr. Hilton Cesar Falcone, meu muito obrigado!

E acima de tudo, agradeço a Deus, meu alicerce, minha força, meu guia.

RESUMO

SANTOS, F. C. **Canais de Acesso aos Portos Brasileiros: Demandas de Infraestrutura pela Evolução dos Navios Tipo**. 2013. 44 páginas. Curso de Especialização em Engenharia e Gestão Portuária. Florianópolis.

No Brasil, os escassos investimentos em infraestrutura portuária nas últimas duas décadas, aliados à forte expansão do comércio exterior e às influências da navegação internacional, impõem significativa pressão sobre as autoridades portuárias no sentido de que sejam providenciados canais de acesso para navios de grande porte ou no sentido de que navios maiores sejam autorizados a utilizar os canais existentes. A profundidade do canal em vários projetos portuários é o principal fator restritivo ao acesso das novas e maiores classes de navios, elevando a acessibilidade aquaviária a fator crítico no desenvolvimento do porto, na eficiência portuária e nas estratégias comerciais. O trabalho visa avaliar temas atuais e projeções futuras afetas às tendências da navegação e práticas de movimentação de cargas, dimensões dos navios-tipo, aspectos econômicos da navegação com o aumento da containerização e as principais rotas mundiais de navegação, com suas interfaces no mercado nacional, tudo de forma a propiciar a antecipação de demandas de infraestrutura nos portos públicos brasileiros. Como metodologia de análise, o trabalho propôs a comparação da evolução das dimensões dos navios-tipos com a evolução das dimensões dos canais e acesso nos portos de Fortaleza-CE, Rio de Janeiro-RJ, Santos-SP, Paranaguá-PR, São Francisco do Sul, Itajaí-SC e Rio Grande-RS. Foram selecionados os itens largura e profundidades do dimensionamento do canal para fazer frente às dimensões de boca e calado dos navios-tipo. Da análise de mercado global, observa-se a tendência de evolução da capacidade da frota mundial nos próximos anos, o que aponta para um movimento de reposicionamento dos navios containerizados de uma rota primária para outra secundária em um efeito cascata de demanda na infraestrutura portuária. No continente sul-americano, a conclusão da obra do terceiro conjunto de eclusas no Canal do Panamá, previsto para 2014, provocará mudanças significativas nas principais rotas de transporte mundiais, o que aliado a forte demanda do mercado local, apontam para a tendência de estruturação de um mercado de transbordo na América do Sul. Quanto ao diagnóstico dos canais de acesso, os altos investimentos em dragagem e a complexidade técnica do dimensionamento das vias, conduzem para a necessária atualização dos instrumentos normativos, o avanço no entendimento dos processos físicos e a adoção dos modelos numéricos de dimensionamento (em substituição as ferramentas analíticas baseadas somente em dados do ambiente físico), de forma a obter o máximo aproveitamento das vias e aperfeiçoar os investimentos futuros. Os portos avaliados, previstos no Programa Nacional de Dragagem, migraram seus acessos portuários para a geração de navios containerizados pospanamax, da ordem de 6 a 8 mil TEUs, com destaque para o melhor aproveitamento das larguras das vias, em atendimento as demandas existentes. Como necessidade futura, destaca-se a necessidade de as Autoridades Portuárias avançarem no estudo logístico das rotas de transporte marítimo na qual estão inseridos de forma a avaliar tendências de evolução das embarcações e intervenções decorrentes.

Palavras-chave: Dimensionamento. Canais de acesso. Portos. Navio-tipo.

ABSTRACT

In Brazil, the few investments in port infrastructure in the past two decades, allied to the strong expansion of foreign trade and the influences of international shipping, impose significant pressure on Port Authorities to provide approach channels for larger ships or in the sense that larger ships are allowed to use current channels. The depth of the channel in several port projects is the main factor that limits the access of new and larger classes of ships, raising accessibility to waterways to a critical factor in the development of the port, the port efficiency and the business strategies. The study aims to evaluate current issues and trends in navigation and cargo handling practices, dimensions of design vessel, economic aspects of the navigation with increasing containerization and major global routes, interfaces in their domestic market, everything in order to provide the anticipated demands of public infrastructure in Brazilian ports . As analysis methodology, the study aimed to compare the evolution of design vessel with the changing sizing of the channels and access harbors in Fortaleza-CE , Rio de Janeiro - RJ , Santos - SP, Paranaguá-PR, São Francisco do Sul-SC, Itajaí - SC and Rio Grande- RS. We selected the items “width” and “depth” of the sizing channel to meet the dimensions of width and draft of design vessel . Analysis of the global market shows a trend to increase the capacity of the world fleet in the upcoming years, which points to a repositioning movement of container ships from a main route to a secondary, creating a movement of demand for port infrastructure. In South America , the completion of the work of the third set of locks on the Panama Canal , scheduled for 2014, will cause significant changes in major world transport routes, which combined with strong local market demand, point to the tendency of structuring a transshipment market in South America. Regarding the diagnosis of access channels , the high investment in dredging and technical complexity of the design process, leading to the necessary updating of normative instruments , advances in the understanding of physical processes and the adoption of numerical models (replacing the analytical tools based only on data from the physical environment), to obtain the maximum use of the channel and improve future investments. Harbors evaluated, provided the National Dredging Program, successfully migrated port access to attend Post Panamax container vessels, to a size of 6.000-8.000 TEUs (twenty-foot equivalent unit), highlighting the best use of the widths of channel in existing service demands. To the future, there is the need for Port Authorities advance in the study of logistics shipping routes to which they belong in order to assess trends for vessels and resulting interventions.

Keywords: Sizing. Approach channel. Harbor. Design ship.

ISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Evolução da containerização no Brasil, de 1977 a 2012.....	13
Figura 2 – Evolução da movimentação nos portos brasileiros (1990 a 2012).....	13
Figura 3 – Corrente de comércio e movimentação portuária (2001 a 2012).....	14
Figura 4 – Movimentação de contêineres nos portos brasileiros (2000 a 2012).....	15
Figura 5 – Evolução dos Navios nos Serviços da Costa Leste da América do Sul pela Hamburg Süd.....	16
Figura 6 – Relação de Portos no PND I e no PND II.....	21
Figura 7 – Blocos de Manutenção por 10 anos.....	21
Figura 8 – Número de embarcações entregues ao mercado por ano.....	21
Figura 9 – Frota Mundial de Navios Porta-Contêineres (2012 a 2016).....	23
Figura 10 – Evolução da Capacidade da Frota Mundial dos Navios Containeros por Grupo de Embarcações em TEU's.....	23
Figura 11 – Desenho esquemático do Canal do Panamá.....	25
Figura 12 – Comparação entre os navios Panamax e Pospanamax dimensionados para o Canal do Panamá.....	26
Figura 13 – Características dos Navios Pospanamx maiores que 8.000 TEUs demandados no Canal do Panamá.....	26
Figura 14 – Densidade das Rotas de Transporte Marítimo.....	27
Figura 15 – Rotas Principais e Rotas Secundárias de Transporte Marítimo.....	28
Figura 16 – Sistema Emergente de Transporte Marítimo e Terminais Containeros.....	29
Figura 17 – Dimensionamento de Larguras Mínimas.....	30
Figura 18 – Seleção Amostral para Diagnóstico dos Canais de Acesso.....	34
Figura 19 – Análise Comparativa de Largura dos Canais de Acesso.....	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Categorias dos Navios Containeros pelo Porte	22
Tabela 2- Comparativo entre Emma Maersk e Triple-E	22
Tabela 3- Características dos Navios-Tipos e Canais dos Portos Públicos Analisados pelo Autor Antes do PND	37
Tabela 4- Características dos Navios-Tipos e Canais dos Portos Públicos Analisados pelo Autor Após o PND	37
Tabela 5- Variação das Características dos Navios-Tipos e dos Canais dos Portos Públicos Analisados pelo Autor Antes e Após o PND.....	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TEU - *Twenty-foot Equivalent Unit* (“Unidade equivalente a 20 Pés”).

TPB – Tonelada de Porte Bruto.

FOB - *Free On Board* (“Livre a bordo”).

SEP – Secretaria de Portos (órgão da Presidência da República).

ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviários (agência reguladora).

PPA – Plano Plurianual (Governo Federal).

PND – Programa Nacional de Dragagem (Governo Federal).

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	10
1.1 - OBJETIVOS	10
1.1.1 - OBJETIVO GERAL.....	10
1.1.2 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
CAPÍTULO 2 - EXPOSIÇÃO DO TEMA	12
2.1 - PORTOS PÚBLICOS BRASILEIROS	12
2.1.1 - AUMENTO DE DEMANDA PORTUÁRIA BRASILEIRA.....	12
2.1.2 - DEMANDA POR NOVOS NAVIOS-TIPOS	15
2.1.3 - DEMANDA DE INFRAESTRUTURAS	16
2.1.4 - DEMANDA DE INVESTIMENTOS	17
2.2 - NAVIOS PORTA-CONTÊINERES	19
2.2.1 - EVOLUÇÃO DO PORTE DOS NAVIOS	19
2.2.2 - FROTA ATUAL E PERSPECTIVA PARA OS PRÓXIMOS ANOS	22
2.3 - AMPLIAÇÃO DO CANAL DO PANAMÁ	25
2.4 - ROTAS MUNDIAIS DE TRANSPORTE MARÍTIMO	27
2.5 - DIMENSIONAMENTO DOS CANAIS DE ACESSO	30
2.5.1 - DIMENSIONAMENTO DAS VIAS AQUAVIÁRIAS DOS PORTOS.....	30
2.5.2 - TAXA DE ASSOREAMENTO E MODELO HIDROSSEDIMENTOLÓGICO.....	31
CAPÍTULO 3 - DIAGNÓSTICO DOS CANAIS DE ACESSO	33
3.1 - SELEÇÃO AMOSTRAL	33
3.2 - COLETA DE DADOS	34
3.3 - ANÁLISE DOS RESULTADOS	38
CAPÍTULO 4 - CONCLUSÕES	40
REFERÊNCIAS	42

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

As análises de tendências da navegação e práticas de movimentação de cargas permitem projetar o quantitativo e o tipo dos vários navios que devem ser atendidos pela operação portuária em uma determinada instalação.

Essas previsões propiciarão a Autoridade Portuária local estabelecer as adequadas dimensões do navio-tipo que norteará o projeto do canal de acesso, além de questões afetas à segurança da navegação, tais como cruzamento e ultrapassagem entre navios e natureza da carga.

De acordo com PIANC (1997), a escolha do navio-tipo deve ter como base um ou mais dos seguintes critérios: deve ter pouca manobrabilidade inerente, deve ser muito grande no contexto das operações portuárias, deve ter sensibilidade excessiva ao vento, deve transportar uma carga particularmente perigosa.

Dessa forma, a natureza da carga, o tipo de navio, a análise do tráfego e tendências das dimensões dos diversos tipos de navios na frota mundial são elementos fundamentais para a escolha do tipo e dimensões do navio-tipo que pode ser empreendido no dimensionamento do projeto preliminar do canal.

O aspecto econômico da navegação tem sofrido grande impacto com o aumento da containerização mundial e com o aprimoramento das cadeias logísticas. Nesse aspecto, o custo tonelada/km da carga no que dizem respeito ao combustível, tripulação e valor do capital para um navio carregado no mar diminui à medida que o porte do navio aumenta.

No Brasil, os escassos investimentos em infraestrutura portuária nas últimas duas décadas, aliados à forte expansão do comércio exterior e às influências da navegação internacional, impõem significativa pressão sobre as autoridades portuárias no sentido de que sejam providenciados canais de acesso para navios de grande porte, ou no sentido de que navios maiores sejam autorizados a utilizar os canais existentes.

1.1 - Objetivos

1.1.1 - Objetivo Geral

Dentre os objetivos gerais desse trabalho, pretendem-se avaliar o perfil atual e a tendência de evolução das dimensões dos navios-tipo nos portos públicos brasileiros, a

evolução dos navios porta-contêineres, as principais rotas mundiais e suas interfaces no mercado nacional, e avaliar tendências da navegação para antecipar demandas de infraestrutura nos portos públicos brasileiros nos próximos anos.

1.1.2 - Objetivos Específicos

Dentre os objetivos específicos, pretende-se avaliar a relação entre a evolução das dimensões dos navios-tipos com a evolução das dimensões dos canais e acesso nos principais portos públicos contêineres do Brasil, propondo ações que visem o uso otimizado da infraestrutura de acesso aos portos analisados.

E, por fim, propor ações estratégicas que visem o aprimoramento dos investimentos federais em acessibilidade portuária.

CAPÍTULO 2 - EXPOSIÇÃO DO TEMA

A profundidade do canal em vários projetos portuários é o principal fator restritivo ao acesso das novas e maiores classes de navios.

Nesse contexto, a acessibilidade aquaviária surge como fator crítico ao desenvolvimento dos portos e deve ser avaliada dentro da estratégia comercial de cada unidade.

Essa análise diz respeito principalmente à viabilidade de implantação de melhorias nos acessos aquaviários e, no longo prazo, aos respectivos custos de manutenção.

2.1 - Portos Públicos Brasileiros

Para avaliar os acessos aquaviários aos portos públicos brasileiros, a primeira análise a ser feita é o estudo de demanda de carga, com vista à projeção da evolução da movimentação de mercadorias, o crescimento da corrente de comércio, ao fenômeno da containerização e à movimentação de contêineres.

Os outros fatores a serem analisados dizem respeito à demanda por novos navios-tipos, seja pelo perfil da carga, seja pelos almejados ganhos de escala, e estão diretamente vinculados às demandas de infraestrutura portuária e investimentos.

2.1.1 - Aumento de demanda portuária brasileira

No Brasil, o processo de containerização tem sido relevante na mudança do perfil dos navios que frequentam a costa brasileira. Esse processo foi influenciado pela tendência de expansão mundial e ganhou maior impulso a partir das licitações para arrendamento de Terminais de Uso Público especializados na movimentação de contêineres, com a Lei n. 8.630/1993.

De acordo com a Agência Nacional de Transporte Aquaviário – ANTAQ (2013), o índice de containerização no Brasil alavancou de 31% para 66% de 1993 a 2007. Posteriormente, passou por ligeira redução e retomou o índice de 66% em 2012.

Figura 1 – Evolução da containerização no Brasil, de 1977 a 2012.

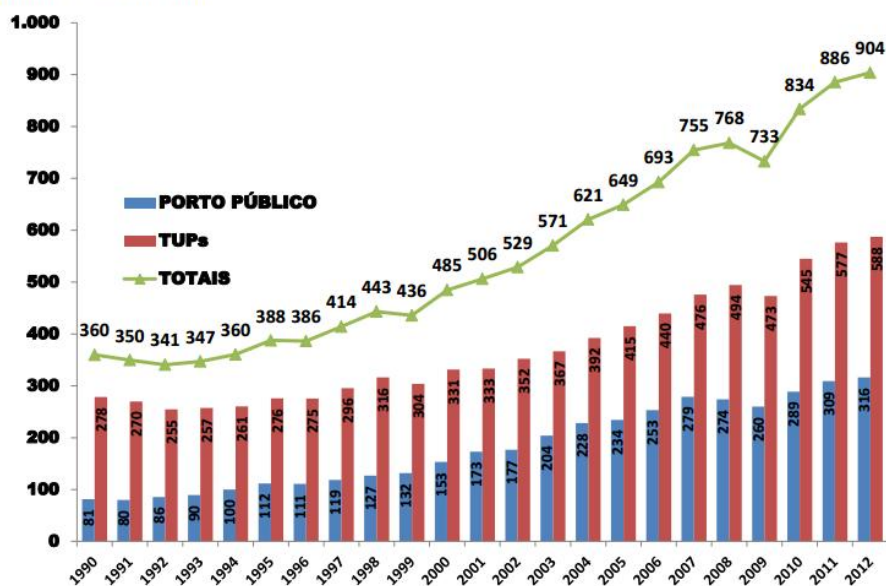


Fonte: ANTAQ (2013).

Nesse mesmo período, de 1993 a 2012, a carga total movimentada nos portos brasileiros subiu de 347 milhões de toneladas para 904 milhões de toneladas (160% total, média de 5,2% ao ano), em função principalmente da abertura do mercado para investimentos privados com o novo marco regulatório (Lei n° 8.630/1993), via arrendamentos nos portos públicos e via terminais privados.

Figura 2 – Evolução da movimentação nos portos brasileiros (1990 a 2012)

Milhões de toneladas

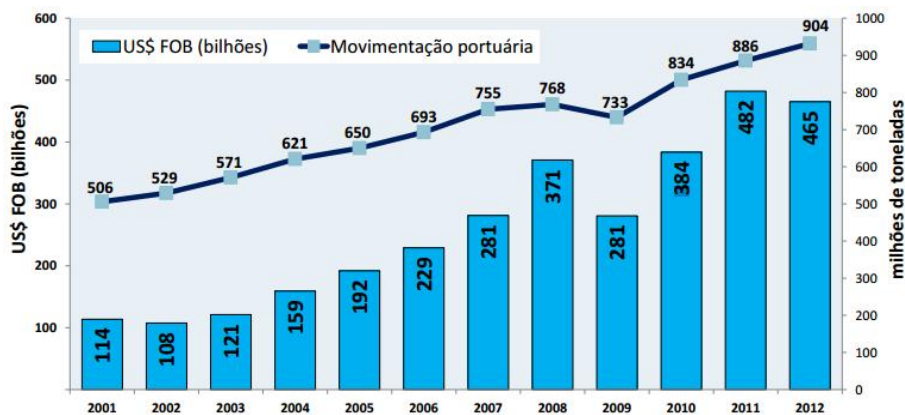


Fonte: ANTAQ (2013).

Com base na análise comparativa da movimentação portuária brasileira com a arrecadação (US\$ FOB), fornecida pelo MDIC – Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, no período de 2001 a 2012 observa-se que o valor FOB médio da tonelada movimentada aumentou de US\$ 225,30/t para US\$ 514,38/t.

Observa-se, a título de exceção, o recuo na movimentação total de cargas no ano de 2009, como resultado de uma crise econômica global. Essa crise, também denominada de “Crise do Subprime”, foi desencadeada a partir da quebra de instituições de crédito dos Estados Unidos, que concediam empréstimos hipotecários de alto risco (“subprimes”), arrastando vários bancos para a situação de insolvência e repercutindo fortemente sobre as bolsas de valores de todo o mundo. Essa crise do crédito hipotecário provocou uma contaminação sistêmica do mercado financeiro internacional, com redução do crédito e falta de liquidez bancária. A recessão que atingiu uma grande parte dos países desenvolvidos também afetou o comércio externo brasileiro.

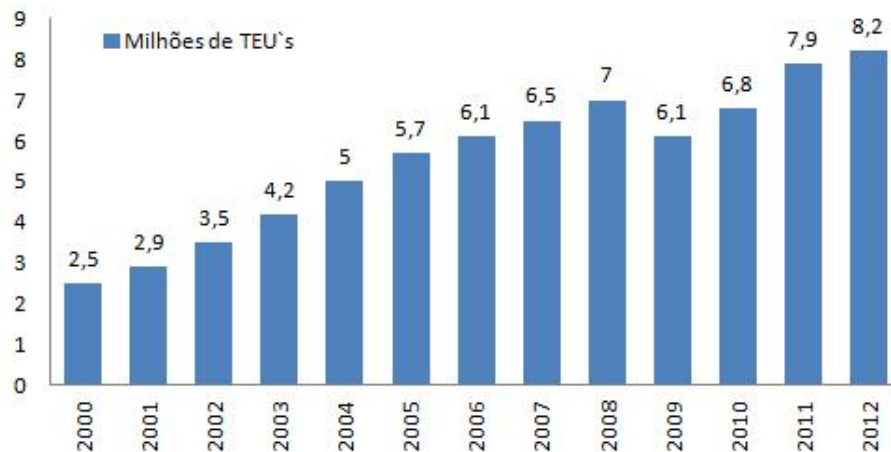
Figura 3 – Corrente de comércio e movimentação portuária (2001 a 2012).



Fonte: ANTAQ – Anuário Estatístico 2012 e MDIC, sistema AliceV2.

Quanto à movimentação de contêineres, do ano 2000 a 2012 a movimentação brasileira aumentou de 2,5 milhões de TEUs para 8,2 milhões de TEUs (total de 228%, média de 10,4% ao ano).

Figura 4 – Movimentação de contêineres nos portos brasileiros (2000 a 2012)



Fonte: desenvolvido pelo autor, com base nas informações da ANTAQ (2013).

Os índices apresentados evidenciam a forte demanda pelo setor portuário brasileiro nos últimos anos, mesmo com a crise mundial de 2009, e reforçam a necessidade de que as Autoridades Portuárias antecipem tendências para aproveitar oportunidades e evitar gargalos.

2.1.2 - Demanda por novos navios-tipos

De acordo com o Panorama Aquaviário – ANTAQ (2011), os portos públicos organizados representam 35% do total da movimentação portuária brasileira, enquanto os TUP – Terminais de Uso Privativo representam 65%. Ressalta-se que as dez mercadorias mais movimentadas nos portos organizados foram responsáveis por 80% da movimentação geral de cargas nessas instalações, sendo elas: mercadorias containerizadas (23,0%), minério de ferro (16,4%), combustíveis/óleos minerais (10,4%), soja (9,3%), açúcar (8,5%), fertilizantes/adubos (4,6%), milho (3,2%), bauxita (2,4%), trigo (2,1%) e farelo de soja (1,9%).

Ao longo das duas últimas décadas o navio porta-contêiner passou a ocupar papel de destaque na logística brasileira e de grande relevância no dimensionamento dos canais de acesso aos portos públicos brasileiros.

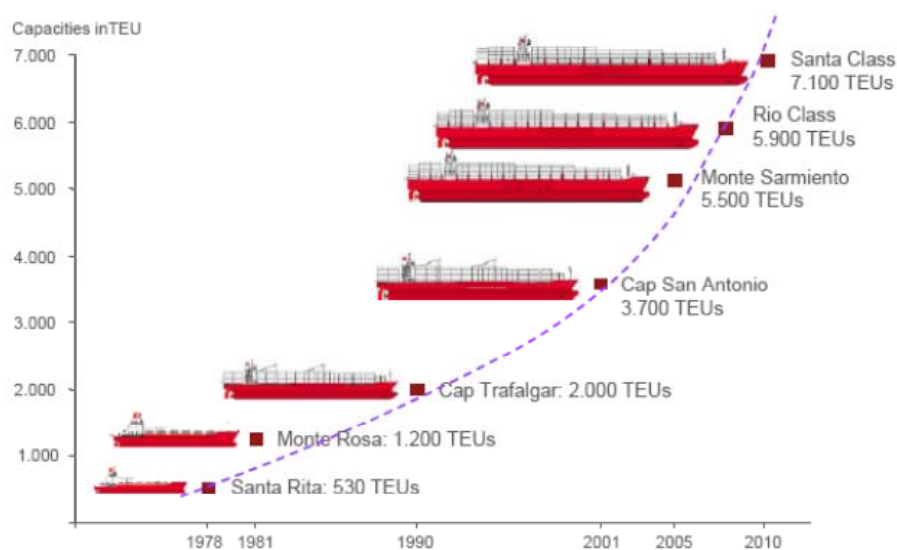
Além da relevância no contexto das operações portuárias brasileiras, os navios containerizados têm passado por rápida evolução de suas dimensões com o aprimoramento das cadeias logísticas.

Na época dos arrendamentos das instalações portuárias, a partir do ano de 1993, os maiores navios containerizados que frequentavam a costa brasileira se situavam na faixa dos

2.000 TEUs de capacidade. Nessa mesma época, os maiores navios containeres existentes no mundo eram da ordem de 6.000 TEUs, frequentando apenas as rotas Leste-Oeste.

O Brasil alcançou o ano de 2010 com navios containeres da ordem de 7.100 TEUs frequentando sua costa, enquanto no mundo o maior navio em operação era o Emma Maersk, com capacidade de 11.000 TEUs.

Figura 5 – Evolução dos Navios nos Serviços da Costa Leste da América do Sul pela Hamburg Süd



Fonte: Aliança - Hamburg Süd (2008).

2.1.3 - Demanda de infraestruturas

A mudança gradual dos navios de carga geral para navios containeres trouxe significativo impacto nos equipamentos e na disposição dos terminais. A nova forma de operar motivou os terminais especializados a realizar investimentos em guindastes especiais e espaço para armazenamento de contêineres na retaguarda dos cais. Piers-dedo (“*finger pier*”) já não eram adequados e berços foram redesenhados para comportar navios de porte e dimensões maiores.

A celeridade com que evolui o mercado impôs a necessidade para que fossem adequados os canais de acesso aos navios de grande porte, adaptando também as instalações portuárias brasileiras.

Além de obras de dragagem voltadas para os canais de acesso, também foram demandadas obras de desobstrução e alargamento das calhas, tais como derrocamento, remoção de casco soçobrado e dutos subaquáticos desativados.

O novo perfil de navios-tipo passou a requerer, ainda, adaptadas estruturas de atracação que propiciassem o aprofundamento dos berços, implicando, em vários portos, na necessidade de obra de remodelização das faixas de cais.

Muitos portos também são afetados por sedimentação, principalmente portos em deltas de foz de rios. Isso requer dragagem de manutenção contínua, o que aumenta os custos das operações portuárias.

2.1.4 - Demanda de investimentos

Quanto aos acessos aquaviários dos portos públicos, até o ano de 1990 as obras e serviços de dragagem para aprofundamento e manutenção eram realizados diretamente pela extinta Empresa de Portos do Brasil S/A – PORTOBRÁS e sua subsidiária Companhia Brasileira de Dragagem – CBD, com emprego de parque próprio de equipamentos.

Em 1997, foi definido o afastamento das Companhias Docas da execução direta de dragagem e a alienação obrigatória dos equipamentos de dragagem, cujas obras e serviços passaram a ser objeto de licitações públicas para contratação à iniciativa privada. O custeio das atividades de dragagem passou a ser coberto a partir de recursos decorrentes das receitas próprias das Administrações Portuárias, via Fundo de Depreciação e Tabela 1 – Taxa de Utilização do Porto (TUP), atual Tabela de Utilização da Infraestrutura Marítima (Inframar).

Esse período foi caracterizado pelo comprometimento dos acessos marítimos, seja pela inadequada gestão dos projetos e receitas portuárias, seja pela indisponibilidade de recursos federais para investimentos na melhoria dos acessos.

Em 2007, o Governo Federal, via Secretaria de Portos – SEP, reconhecendo o comprometimento dos acessos às instalações portuárias, deu início a um amplo programa de aprofundamento dos canais de acesso, denominado Programa Nacional de Dragagem – PND, objeto da Lei n. 11.610/2007.

No PND foram inseridos 16 (dezesseis) dos principais portos públicos brasileiros: Fortaleza-CE, Natal-RN, Cabedelo-PB, Recife-PE, Suape-PE, Salvador-BA, Aratu-BA, Vitória-ES, Rio de Janeiro-RJ, Itaguaí-RJ, Angra dos Reis-RJ, Santos-SP, São Francisco do Sul-SC, Itajaí-SC, Imbituba-SC e Rio Grande-RS, com recursos federais da ordem de R\$ 1,6 bilhão.

Em 2011, o Governo Federal inseriu 13 novos projetos no PND, com recursos da ordem de R\$ 900 milhões: Luís Correia-PI, Areia Branca-RN, Cabedelo-PB 2ª fase, Suape-PE 2ª fase, Maceió-AL, Barra do Riacho-ES, Niterói-RJ, Rio de Janeiro-RJ 2ª fase, Itaguaí-RJ 3ª e 4ª fases, Santos-SP 2ª fase, Paranaguá-PR e Rio Grande 2ª fase.

Figura 6 – Relação de Portos no PND I e no PND II

	PORTO PÚBLICO	PND 1 (2009 - 2013)	PND 2 (2013 - 2014)
1	Porto de MANAUS		
2	Porto de MACAPÁ		
3	Porto de SANTARÉM		
4	Porto de VILA DO CONDE		
5	Porto de BELÉM		
6	Porto de ITAQUI		
7	Porto de LUÍZ CORREIA		X
8	Porto de FORTALEZA	X	
9	Porto de AREIA BRANCA		X
10	Porto de NATAL	X	
11	Porto de CABEDELLO	X	X
12	Porto de RECIFE	X	
13	Porto de SUAPE	X	X
14	Porto de MACEIÓ		X
15	Porto de SALVADOR	X	
16	Porto de ARATU	X	
17	Porto de ILHEUS		
18	Porto de BARRA DO RIACHO		X
19	Porto de VITÓRIA	X	
20	Porto do FORNO		
21	Porto de NITEROI		X
22	Porto do RIO DE JANEIRO	X	X
23	Porto de ITAGUAÍ	X	XX
24	Porto de ANGRA DOS REIS	X	
25	Porto de SÃO SEBASTIÃO		
26	Porto de SANTOS	X	X
27	Porto de ANTONINA		
28	Porto de PARANAGUÁ		X
29	Porto de SÃO FRANCISCO DO SUL	X	
30	Porto de ITAJAÍ	X	
31	Porto de IMBITUBA	X	
32	Porto de PORTO ALEGRE		
33	Porto de PELOTAS		
34	Porto de RIO GRANDE	X	X
	TOTAL	16	13

Fonte: desenvolvido pelo autor, com base nas informações da Secretaria de Portos (2013).

Em 2013, a Lei n. 12.815, entre outras determinações, instituiu o PND II, aprimorando as regras do Programa original e ampliando o escopo de serviços a serem prestados pelo Governo Federal. Destaque aos blocos de dragagens de manutenção, com recursos da ordem de R\$ 3,8 bilhões, para manter as profundidades de acesso em 11 portos por um período de 10 anos.

Figura 7 – Blocos de Manutenção por 10 anos

Dragagem	Investimentos (Milhões R\$)
Blocos de Portos	3.800
Recife, Salvador, Fortaleza e Natal	389
Itajaí, S. F. do Sul e Imbituba	477
Paranaguá	860
Rio Grande	1.000
Santos e Vitória	1.150

Fonte: Programa de Investimentos em Logística, Secretaria de Portos (2013).

2.2 - Navios Porta-Contêineres

2.2.1 - Evolução do porte dos navios

O aumento do porte dos navios foi um caminho traçado naturalmente, já que desde a inserção do contêiner os principais ganhos almejados eram os provenientes da unitização, da padronização e da economia de escala.

De acordo com os custos apresentados em Stopford (1997), um navio com capacidade para 1.200 TEUs tinha um custo diário de US\$ 16,6 por TEU, enquanto um navio com capacidade para 6.500 TEUs tinha um custo diário de US\$ 7,5 por TEU. O custo total de um navio de 6.500 TEUs é quase três vezes o custo total de um navio de 1.200 TEUs, mas o volume de cargas é quase seis vezes maior.

O grande dilema desta evolução não estaria em construir grandes embarcações, pois os lucros da utilização do contêiner tornam viáveis tais construções. A principal questão está na infraestrutura operacional rudimentar de muitos portos e na profundidade limitada das vias

navegáveis, fatos que defrontam com as exigências de melhorias requeridas. Isso porque, quanto maior o navio maior a exigência de calado dos canais de acesso e dos berços de atracação dos portos e maior a exigência de larguras de canal e áreas de manobra.

Para fins de nomenclatura ou classificação, existem algumas divisões atribuídas em relação à capacidade de carga transportada nos navios contêineres. Sejam elas:

Tabela 1- Categorias dos Navios Contêineres pelo Porte

Classificação	Capacidade de Carga (TEUs)
Small Feeder	Até 1000
Feeder	1.001 – 2.800
Panamax	2801 – 5.100
Pospanamax	5.101 – 10.000
New Panamax	10.000 – 14.500
ULCV (<i>Ultra Large Container Vessel</i>)	>14.500

FONTE: Container Ship (2012)

✓ Navio Panamax:

Como marco histórico da geração de navios Panamax (classe de navios capazes de utilizar as eclusas do Canal do Panamá, localizado na América Central e responsável por interligar o Oceano Atlântico ao Oceano Pacífico), podemos citar a entrega em 1980 do Garnet 4.100 TEU Netuno, que era o maior navio de contêineres até aquela data.

Em 1984 o tamanho do maior navio de contêineres passou a 4.600 TEUs.

Nos próximos 12 anos o tamanho máximo dos navios contêineres ficou entre 4.500 e 5.000 TEUs, principalmente, por causa das limitações impostas pelo Canal do Panamá.

As dimensões do casco dos maiores navios contêineres ficavam limitadas pelo comprimento, largura e profundidade das eclusas do Canal do Panamá, que permitiam as dimensões máximas para as embarcações de apenas 294,1m de comprimento, 32,3m de boca e 12,0m de calado.

✓ Navio Pospanamax e ULCV:

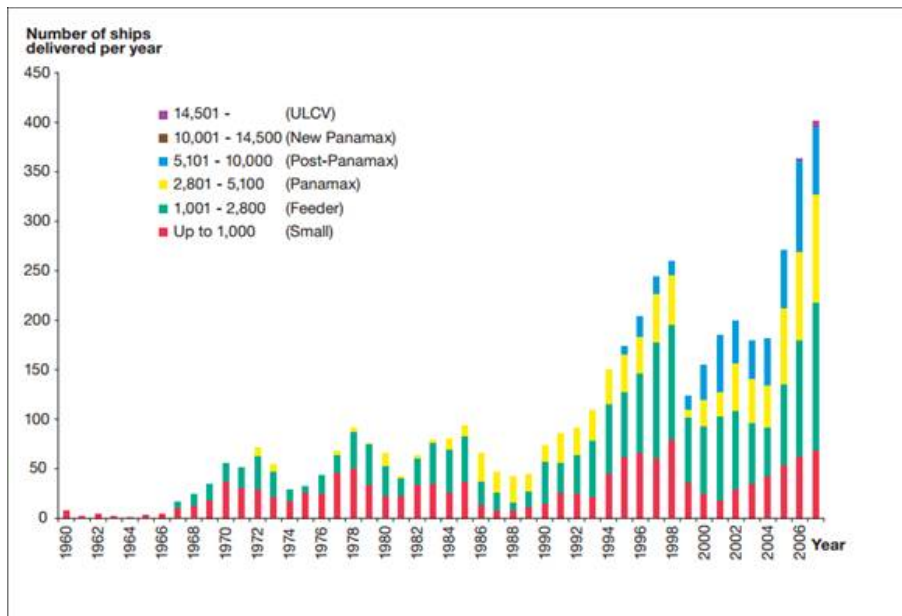
O desenvolvimento da geração de navios Pospanamax foi marcado quando a empresa American President Lines – APL desenvolveu uma rede de transporte novo, sem usar o Canal do Panamá. Em 1996, o Regina Maersk, com capacidade oficial de 6.400 TEUs, começou um novo desenvolvimento no mercado dos navios containeros.

A partir de então, o tamanho máximo de navios containeros aumentou rapidamente para 6.600 TEUs em 1997, 7.200 TEU em 1998, 8.700 TEUs em 1999.

Após seis anos de relativa estabilidade e consolidação, foram lançados os navios com capacidade de 9.200 TEUs em 2005 e 9.600 TEUs em 2006.

Em setembro de 2006, foi dado início à geração New Panamax, tendo em vista o lançamento do navio Emma Maersk, com capacidade de 11.000 TEUs e dimensões de 397m de comprimento, 63m de boca e 16m de calado.

Figura 8 – Número de embarcações entregues ao mercado por ano



Fonte: Universidade Federal do Rio de Janeiro (2012).

No fim de 2012, o navio Marco Polo, de 16.020 TEUs, passou a liderar o mercado mundial e marcou a geração dos navios ULCV (*Ultra Large Container Vessel*). Ele foi o primeiro de uma lista de três navios encomendados pela francesa CMA CGM (Jules Verne e Alexander von Humboldt).

Atualmente, os navios da classe Triple-E, com capacidade total de 18.270 TEUs, são os maiores containeros em operação no mundo. O primeiro, o *MV Mærsk Mc-Kinney Møller*, iniciou suas operações em julho de 2013 e possui 400m de comprimento, 59m de boca, 14,5m de calado e 73m de altura. A nova frota da Maersk, composta de 20 navios, terá seis unidades entregues em 2013, nove navios seguem em 2014 e cinco em 2015.

Tabela 2- Comparativo entre Emma Maersk e Triple-E

Capacidade e Dimensões	Emma Maersk (2006)	Triple-E (2013)
Capacidade (TEUs)	11.000	18.270
Comprimento (m)	397	400
Boca (m)	63	59
Calado (m)	16,0	14,5

FONTE: desenvolvido pelo autor.

Observe-se que do ano de 2006 para 2013 as variações das dimensões do navio Emma Maersk para o Triple-E foi um aumento de 3,0m no comprimento e reduções de 4,0m de boca e 1,5m de calado, apesar do aumento de capacidade em mais de 7 mil TEUs.

Essa relativa estabilização das dimensões máximas das embarcações analisadas pode ser interpretada como uma tendência de futuro que cada vez mais será aliada ao aprimoramento tecnológico.

2.2.2 - Frota atual e perspectiva para os próximos anos

A frota global de navios containeros tinha uma capacidade total de cerca de 16,3 milhões de TEUs em dezembro de 2012, de acordo com a empresa de consultoria AXS-Alphaliner.

Os navios de contêineres apresentam uma variedade de tamanhos e tem crescido cada vez mais ao longo do tempo, com redução do custo operacional. Resultado direto do aumento da containerização e em ganhos de eficiência, tais como a eficiência de combustível.

A tabela abaixo, elaborada pela Alphaliner, mostra a frota mundial de navios containeros e sua capacidade em TEUs, segmentada pelo porte das embarcações.

Figura 9 – Frota Mundial de Navios Porta-Contêineres (2012 a 2016)

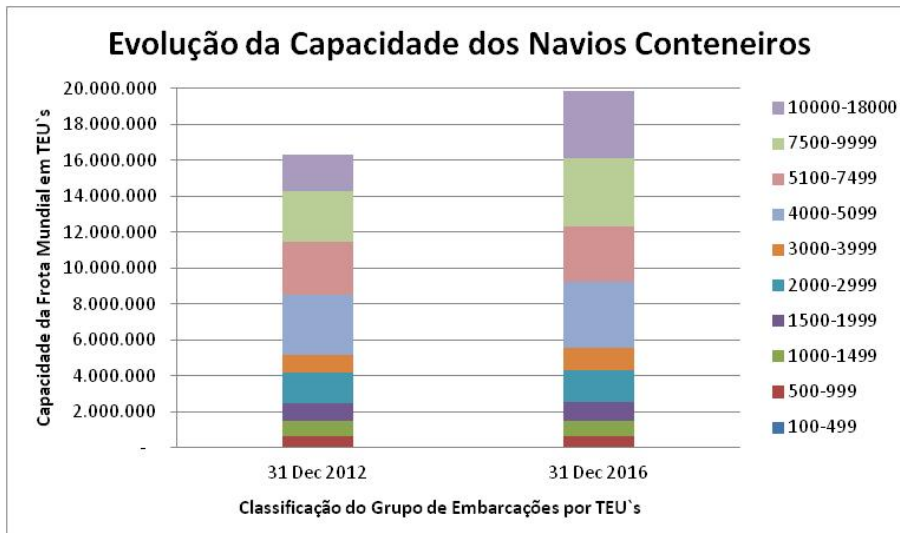
ALPHALINER Cellular Fleet Forecast												Cellular Fleet Deliveries										
<p>This table provides a forecast of the cellular fleet growth</p> <ul style="list-style-type: none"> > The data enclosed in this table is given as guidance only and in good faith without guarantee > This table can be reproduced free of charge provided that the source is mentioned > These figures are derived from the orderbook monitored by Alphaliner, published at www.alphaliner.com 											Feb 2013	<p>This table provides a forecast of the cellular fleet deliveries</p> <ul style="list-style-type: none"> > The data enclosed in this table is given as guidance only and in good faith without guarantee > This table can be reproduced free of charge provided that the source is mentioned > These figures are derived from the orderbook monitored by Alphaliner, published at www.alphaliner.com 										
<p>Cellular fleet projections 2013-2016</p> <p>Based on orderbook as at 01 February 2013 and assuming no ships are deleted after that date (other than those planned)</p>												<p>Cellular ships deliveries by year : 2012 / 2013 / 2014 / 2015</p> <p>Based on orderbook as at 01 February 2013</p>										
<p>SUMMARY</p> <ul style="list-style-type: none"> > The fleet has risen by 6% during 2012. > The fleet should rise by 8% during 2013, 6,6% during 2014 and 2,2% during 2015. > The average growth for the THREE years from 1/1/2013 to 1/1/2016 stands at 5,6%. 												<p>Note - The addition of the capacity by range at 1st Jan 2013 and of the capacity planned for delivery during the year 2013 leads to a figure which is higher than the capacity stated as at 31 Dec 2013. The difference comes from the capacity removed from the fleet (scrappings and losses) since 1st Jan 2013, or committed for scrap at that date (i.e. 28 ships for 63043 teu).</p>										
Fleet as at :	31 Dec 2012		31 Dec 2013		31 Dec 2014		31 Dec 2015		31 Dec 2016		Rise p.a. (3 years)	2013 deliveries 2014 deliveries 2015 deliveries 2016 deliveries										
TEU nominal	ships	teu	ships	teu	ships	teu	ships	teu	ships	teu	teu terms	ships	teu	ships	teu	ships	teu	ships	teu			
10000-18000	162	2 066 495	209	2 713 340	254	3 316 192	283	3 736 154	283	3 736 154	21,8%	47	646 845	45	602 852	29	419 962					
7500-9999	326	2 825 749	382	3 322 981	421	3 674 691	429	3 744 591	430	3 753 791	9,8%	56	497 232	39	351 710	8	69 900	1	9 200			
5100-7499	475	2 915 449	496	3 054 863	502	3 093 739	502	3 093 739	502	3 093 739	2,0%	21	139 414	6	38 876							
4000-5099	739	3 339 269	793	3 589 193	813	3 686 380	818	3 711 390	818	3 711 390	3,6%	55	253 948	20	97 187	5	25 010					
3000-3999	296	1 012 646	324	1 116 929	329	1 136 429	341	1 181 929	342	1 185 029	5,3%	38	138 387	5	19 500	12	45 500	1	3 100			
2000-2999	677	1 723 561	691	1 762 990	706	1 798 334	707	1 801 134	707	1 801 134	1,5%	17	45 768	15	35 344	1	2 800					
1500-1999	572	972 341	602	1 026 596	611	1 041 940	611	1 041 940	611	1 041 940	2,3%	37	65 428	9	15 344							
1000-1499	702	823 031	715	835 936	723	844 660	724	845 720	724	845 720	0,9%	17	18 007	8	8 724	1	1 060					
500-999	786	584 197	790	587 679	790	587 679	790	587 679	790	587 679	0,2%	8	6 284									
100-499	226	72 659	226	72 659	226	72 659	226	72 659	226	72 659												
TOTAL	4 981	18 336 397	6 228	18 083 188	6 376	18 262 703	6 431	18 816 836	6 433	18 828 236	6,7%	298	1 811 313	147	1 189 637	68	684 232	2	12 300			
TOTAL after Exp. Scrap/Slip	4 981	18 336 397	6 031	17 848 209	6 163	18 816 748	6 134	19 228 978	6 081	19 082 278	5,6%	Exp. Slippage	-26	-100 000	26	100 000						
Rise 12 months	2012 >	8,0%	2013 >	8,0%	2014 >	6,6%	2015 >	2,2%	2016 >	-0,7%												
<p>* Forecast figures take into account delivery deferrals and slippage.</p> <p>** Rise p.a. (3 years) represents the average per annum growth during the three years 2012-2013-2014.</p> <p>TOTAL after Exp. Scrap/Slip</p> <p>Expected fleet after provision for future scrappings and delivery slippage, based on the following assumptions :</p> <ul style="list-style-type: none"> > Slippage : 25 ships for 100,000 teu planned for delivery in 2013 are assumed to be delayed to 2014. > Scrappings and de-cancellings are estimated to reach 400,000 teu in 2013, 100,000 teu in 2014 and 150,000 teu in 2015 and 2016. <p>Note - Only actual scrappings or scrapping commitments are accounted for in the breakdown by size ranges</p>												<p>© Alphaliner</p>										

Fonte: Alphaliner (2013).

A consultora Alphaliner analisou ainda, em dez/21012, que os portos do mundo devem fazer um esforço para estarem prontos para o fluxo de navios contêineres de mais de 10.000 TEUs que serão lançados à água nos próximos anos, visto que apenas 51 portos atualmente lidam com esses grandes navios.

A expectativa é de que essa atualização dos tamanhos dos navios contêineres que hoje operam nas maiores linhas mundiais, para as quais os novos ULCV se destinam, provoque a transferência de navios de capacidade entre 8.000 e 10.000 TEUs para rotas menores. Este movimento de reposicionamento dos navios contêineres de uma rota primária para outra secundária provoca um efeito cascata de demanda na infraestrutura portuária.

Figura 10 – Evolução da Capacidade da Frota Mundial dos Navios Contêineres por Grupo de Embarcações em TEU's



Fonte: desenvolvido pelo autor, com base nas informações de Alphaliner (2013).

A capacidade total da frota mundial, avaliada em 16.335.397 TEUs em dez/2012, tem previsão de alcançar 19.829.235 TEUs em dez/2016, o que representa um incremento total de 21% em 4 (quatro) anos.

Destaque para o segmento de navios com capacidade de 10.000-18.000 TEUs que terá sua capacidade ampliada em 81% nesse mesmo período, com incremento de 121 embarcações. Isto significa uma série de demandas para melhorias nos principais portos do mundo.

Muitos portos fora da rota “Eixo Ásia-Europa” simplesmente não podem acomodar esses navios, exceto com grandes despesas. Assim, de acordo com suas condições geográficas

e geológicas, vários portos terão de avaliar suas capacidades para acomodar meganavios, com o conseqüente remanejamento de classificação ou vocacional de sua cadeia logística.

Esse evento seria muito semelhante ao do advento da containerização, outra mudança significativa que impactou as principais rotas logísticas no mundo, a partir da década de 70, ao qual alguns portos puderam se adaptar e outros não.

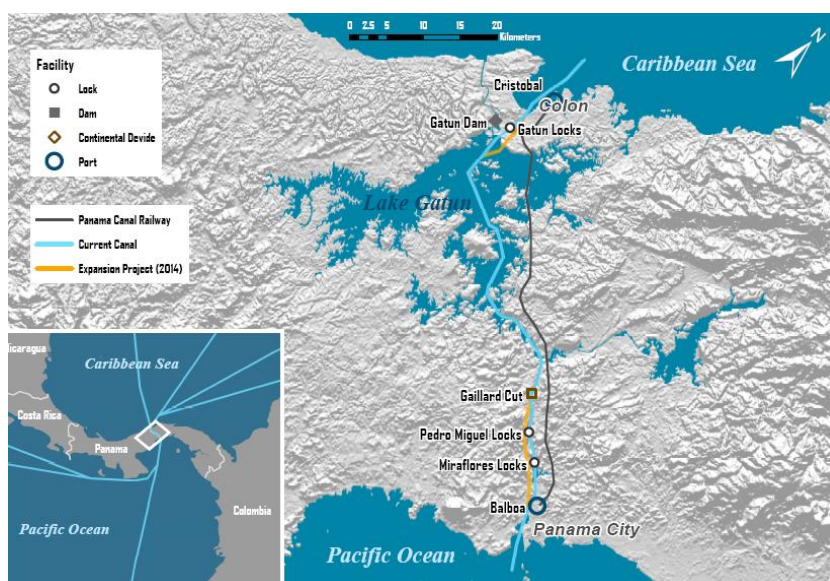
2.3 - Ampliação do Canal do Panamá

A ampliação do Canal do Panamá é uma obra que será um marco no aprimoramento das principais cadeias logísticas da próxima década. A construção tem conclusão prevista para o ano de 2014.

A obra de ampliação do Canal do Panamá é em suma a criação de uma nova via de tráfego ao longo do canal, paralela à existente, mediante a construção de um terceiro sistema de eclusas.

Com esse novo sistema de eclusas a capacidade máxima do estreito ampliará de 290 milhões de toneladas anuais para 600 milhões de toneladas anuais, mais do que dobrando a capacidade de trânsito anual. O Plano Mestre estima que a demanda, atualmente saturada, ampliará até 2025 para 508 milhões de toneladas anuais (85% da capacidade máxima ampliada).

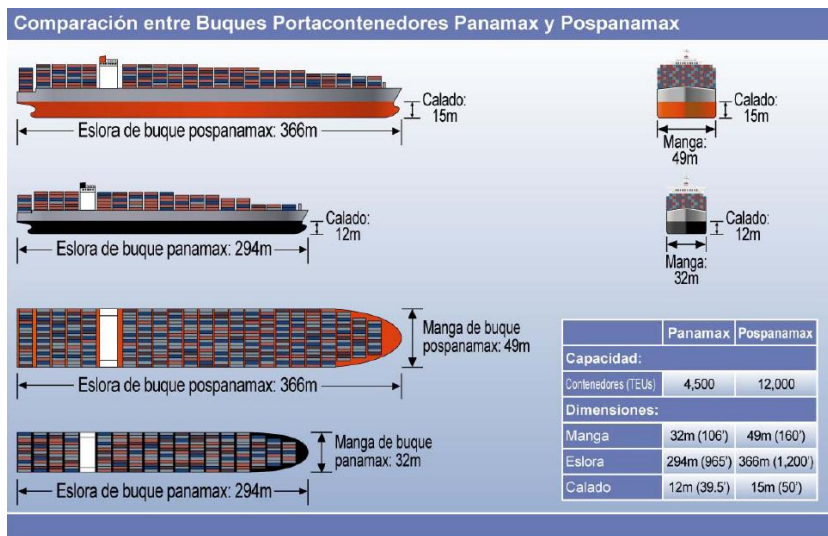
Figura 11 – Desenho esquemático do Canal do Panamá.



Fonte: Dr. Jean-Paul Rodrigue, Depto. of Global Studies & Geography, Hofstra University (2013).

O terceiro conjunto de eclusas permitirá a passagem de navios da geração Pospanamax com as seguintes características: comprimento total de até 366m, boca de 49m e calado de até 15,2 m, equivalente a um navio contêiner de cerca de 12.000 TEUs.

Figura 12 – Comparação entre os navios Panamax e Pospanamax dimensionados para o Canal do Panamá



Fonte: Plan Maestro del Canal de Panamá 2005-2025 (2006).

Figura 13 – Características dos Navios Pospanamx maiores que 8.000 TEUs demandados no Canal do Panamá

Características de Buques Pospanamax Mayores de 8000 TEUs

Nombre	Naviera	TEUs Nominal	Eslora	Manga	Calado Máximo en Agua Salada	Peso Muerto	Contenedores a lo Ancho
CMA CGM Hugo	CMA CGM	8,238	334m	43m	14.5m	102,000 t	17 filas
Axel Maersk	Maersk Sealand	6,600	352m	43m	14.5m	109,000 t	17 filas
Samsung 1509	MSC	9,200	334m	46m	14.5m	109,600 t	18 filas
Seaspan	Seaspan	9,600	335m	46m	14.5m	102,200 t	18 filas
Hyundai 1801	COSCO	10,000	349m	46m	14.5m	115,000 t	18 filas

Fonte: Plan Maestro del Canal de Panamá 2005-2025 (2006).

A ampliação do Canal do Panamá afetará frontalmente a logística Atlântico/Pacífico devido aos efeitos na redistribuição das principais rotas marítimas mundiais.

Outro efeito importante será o forte impacto na demanda por infraestrutura nos terminais portuários localizados no continente americano.

2.4 - Rotas Mundiais de Transporte Marítimo

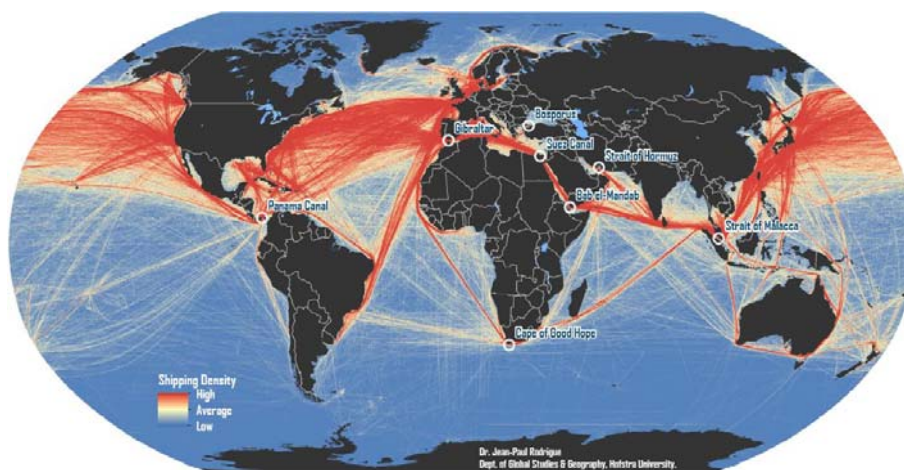
As mais recentes transformações tecnológicas que afetam o transporte marítimo estão relacionadas às obras de melhorias nos canais de acesso aos portos (dragagem) e ao avanço dos navios transportadores (porte, automação e especialização).

Estas transformações explicam o desenvolvimento de rotas especializadas que interligam os mercados fornecedores e consumidores de combustíveis, grãos e minérios, por exemplo.

Contudo, esse processo não é uniforme e vários níveis de conectividade são observados nas redes de transporte marítimo globais, fato que impõe a necessidade de centros concentradores e a transferência de bens para destinos intermediários com vistas à massificação do transporte em fluxos regulares nas longas distâncias.

A complexidade dessas conexões e a densidade de navegação nas principais rotas marítimas ao redor do mundo foram registradas por J-P RODRIGUE (2013).

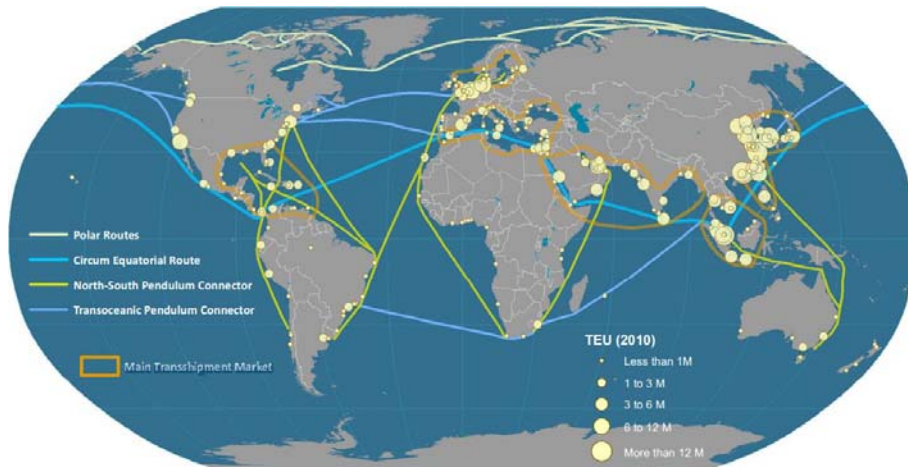
Figura 14 – Densidade das Rotas de Transporte Marítimo



Fonte: Dr. Jean-Paul Rodrigue, Depto. of Global Studies & Geography, Hofstra University (2013).

Essa nova organização do transporte marítimo, também denominado como “Sistema Emergente de Transporte Marítimo”, segue abaixo representada, com a indicação das principais rotas pendulares mundiais, os mercados estruturados de transbordo e a localização dos principais terminais especializados de contêiner.

Figura 16 – Sistema Emergente de Transporte Marítimo e Terminais Containeros



Fonte: Dr. Jean-Paul Rodrigue, Depto. of Global Studies & Geography, Hofstra University (2013).

De acordo com o BNDES (2004), na década passada o Brasil encontrava-se em uma rota internacional de comércio com relativamente baixo volume de cargas, o que resultava em maiores custos do transporte marítimo, pois os navios utilizados eram menores do que aqueles nas rotas principais. O sistema de portos concentradores de cargas ainda não havia sido desenvolvido na costa leste da América do Sul, ao contrário da região entre a América Central e o Caribe, visto que os transbordos de contêineres eram relativamente pequenos diante da movimentação total nos portos desses países.

Contudo, considerando o aumento na movimentação de carga containerizada no Brasil e a intensificação das operações de transbordo, atualmente o mercado containerizado passa a avaliar o nível de serviços e infraestrutura dos portos para a estruturação de um mercado de transbordo que contemple a América do Sul após a expansão do Canal do Panamá. Fato que vem ao encontro da tendência do mercado marítimo de operação dos navios da geração pospanamax (5 a 10 mil TEUs) na costa brasileira desde o ano 2010.

2.5 - Dimensionamento dos Canais de Acesso

2.5.1 - Dimensionamento das Vias Aquaviárias dos Portos

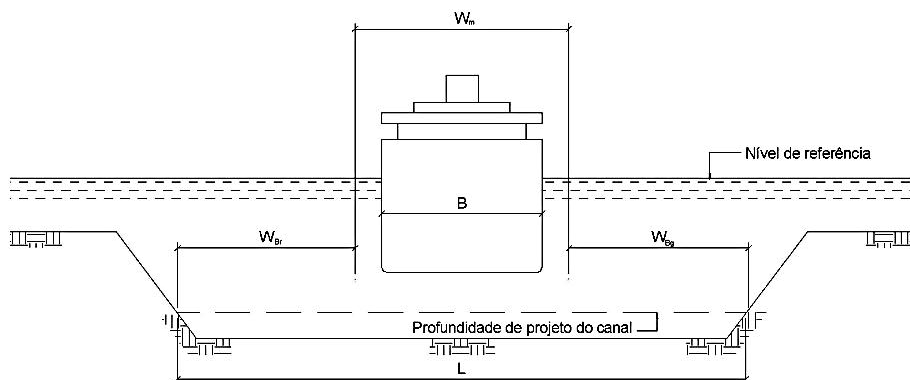
O projeto de canal de acesso a uma instalação portuária envolve necessariamente o dimensionamento do alinhamento, largura, raio de curvatura, profundidade e área de manobras.

O Navio-Tipo é o elemento fundamental para o qual o canal é projetado e deve ser escolhido de modo a garantir segurança à navegação para todos os navios usuários da via.

No Brasil, a norma que regulamenta o dimensionamento das vias aquaviárias é a NBR 13246: Planejamento Portuário, aspectos náuticos, emitida, em 1995, pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas).

A Marinha do Brasil recomenda, de forma subsidiária, a publicação APPROACH CHANNELS - A Guide for Design (“CANAIS DE ACESSO – Um Guia para Projetos”), publicada, em 1997, pela PIANC (Permanent International Association of Navigation Congresses, atualmente renomeada para *World Association for Waterborne Transport Infrastructure*), da Bélgica, e IAPH (The International Association of Ports and Harbors), do Japão.

Figura 17 – Dimensionamento de Larguras Mínimas



Fonte: Secretaria de Portos – INPH (2008).

De acordo com PIANC e IAPH (1997), a largura de um canal é convenientemente expressa como um múltiplo da boca de um navio, com raios de curva expressos em múltiplos de seu comprimento. Além disso, a profundidade do canal é relacionada ao calado do navio.

Independente da norma adotada ou navio-tipo selecionado, as ferramentas de projeto disponíveis ao projetista de canais de acesso podem ser classificadas de modo geral como analíticas, numéricas e físicas.

As ferramentas analíticas são atualmente as mais usuais de mercado e regra geral contemplam os dados do ambiente físico, tais como ventos, ondas, marés, correntes, visibilidade, condições do fundo do canal, etc.

Os modelos numéricos são ferramentas mais robustas que se utilizam de computadores e modernos programas computacionais, que podem avaliar questões como manobrabilidade, probabilidade de ocorrências, zonas de risco, etc.

Os modelos físicos são modelos de laboratório, feitos em escala, que visam compreender os processos físicos e simular as condições locais.

2.5.2 - Taxa de assoreamento e modelo hidrossedimentológico

Além da análise de viabilidade para as obras de aprofundamento e implantação de canais, cabe também realizar análise custo-benefício para a navegação do canal quando dragado (aprofundamento e/ou alargamento) e os respectivos custos de manutenção.

Os principais problemas dos métodos de previsão consistem em estimar o volume de dragagem de manutenção e a periodicidade (ciclo) de dragagem para o canal, que usualmente é expresso em taxa de assoreamento anual.

Um canal pode ser aprofundado, sem ampliação, e, ocasionalmente, uma porção de um canal pode ser alargada para melhor taxa de cruzamento de embarcações ou como parte de manutenção de dragagem preventiva.

Se um canal é aprofundado, em tese, o volume de dragagem de manutenção deverá aumentar. Isso porque canais de navegação são tipicamente dragados para o contorno de profundidade igual à profundidade de projeto, e a maior profundidade ou largura fazem com que o canal se comporte hidraulicamente como uma armadilha para deposição de sedimentos. Um canal profundo é mais longo em relação a um canal pouco profundo e é de se esperar uma maior deposição de sedimentos.

De acordo com ALFREDINI e AMARAL (2007), campanhas hidrográficas que caracterizem os processos hidrossedimentológicos são sondagens batimétricas, levantamentos sedimentométricos, medições de ondas e circulação de correntes. E somente um abrangente conhecimento quantitativo sobre os processos costeiros e estuarinos, fundamentado em

levantamentos hidrográficos, modelação física e modelação numérica, permite uma efetiva gestão de obras de dragagens marítimas.

Atualmente a maioria dos portos brasileiros trabalha a taxa de assoreamento anual com empirismo e subjetividade, implicando em sobrecustos e impactos ambientais associados, além de imputar insegurança aos terminais usuários.

O modelo hidrossedimentológico é de interesse para a redução de custos da dragagem e de sondagens batimétricas em canais aquaviários sujeitos a este fenômeno. Eles fornecem ferramentas para facilitar as decisões de gestão na alocação eficiente dos recursos e maximizar a eficiência operacional da via.

CAPÍTULO 3 - DIAGNÓSTICO DOS CANAIS DE ACESSO

Os altos valores empregados nas obras de dragagem dos acessos marítimos e a complexidade técnica do adequado dimensionamento tem demandado o aprimoramento das ferramentas de trabalho.

O adequado entendimento dos processos físicos do acesso portuário tem sido fundamental para garantir a qualidade dos modelos analíticos e numéricos de dimensionamento.

As autoridades portuárias brasileiras estão atualmente investindo em estudos de manobrabilidade no sentido trazer à comunidade portuária o máximo aproveitamento das vias implantadas ou aprofundadas e a devida comprovação da segurança à navegação, visto que em alguns casos tem operado abaixo dos limites recomendados pela norma.

Esse tema traz à tona o questionamento de como têm evoluído as dimensões dos canais de acessos aos portos públicos brasileiros.

Nesse diagnóstico será avaliada a evolução das principais dimensões dos navios-tipos (calado e boca) e respectivas dimensões dos canais de acesso (profundidade e largura) em uma amostra selecionada, nos períodos antes e após a execução das obras do PND – Programa Nacional de Dragagem.

3.1 - Seleção Amostral

Para efeito do presente estudo, foram selecionados 7 (sete) portos públicos brasileiros para analisar a situação de suas vias aquaviárias: Fortaleza-CE, Rio de Janeiro-RJ, Santos-SP, Paranaguá-PR, São Francisco do Sul, Itajaí-SC e Rio Grande-RS.

Os critérios adotados para essa seleção foram que os portos públicos estivessem ou estejam previstos no PND, que a carga containerizada seja de significativa importância em suas operações, que possuam dimensões de canal críticas à navegação e que disponham de dados pretéritos confiáveis para subsidiar análises comparativas.

Figura 18 – Seleção Amostral para Diagnóstico dos Canais de Acesso



Fonte: desenvolvido pelo autor.

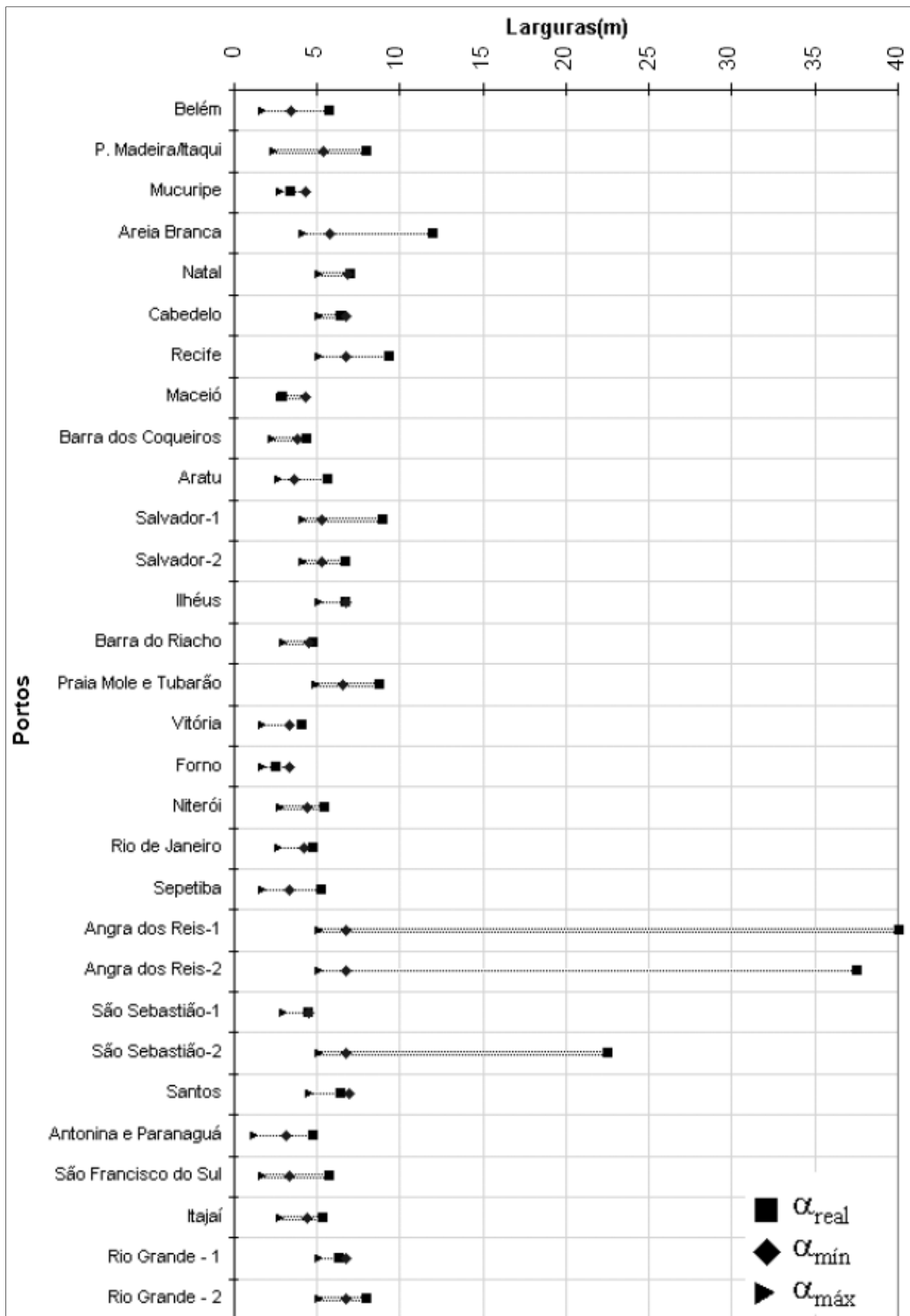
3.2 - Coleta de Dados

Os dados pretéritos utilizados para subsidiar a presente análise foram coletados e rechecados, para garantir variações e erros mínimos, visto que não foram identificadas fontes que contemplassem todos os dados necessários conjuntamente.

As principais fontes para os dados pretéritos foram as publicações “Caracterização de Canais de Acesso Externos a Áreas Portuárias Brasileiras Segundo as Recomendações da PIANC – Análise de Larguras” (ALFREDINI e MARTINS, 2000), “Contribuição dos Estudos Hidrossedimentológicos na Otimização de Obras de Dragagens Marítimas” (ALFREDINI e AMARAL, 2007), Ordens de Serviço e os respectivos sites das Autoridades Portuárias.

Importante destacar a publicação ALFREDINI e MARTINS (2000), na qual foram analisados a relação entre largura real e boca (α real), entre largura mínima PIANC e boca (α mín) e entre largura máxima PIANC e boca (α max). Esses resultados seguem apresentados na Figura 14 e mostram que na maioria dos portos analisados as larguras reais foram identificadas maiores do que as máximas dimensionadas de acordo com as orientações internacionais.

Figura 19 – Análise Comparativa de Largura dos Canais de Acesso



FONTE: ALFREDINI e MARTINS (2000).

Os dados dos canais aprofundados, na fase pós PND, foram todos coletados dos projetos de dragagem da Secretaria de Portos, no período de 2008 a 2013.

Regra geral, os projetos do PND 1ª fase (período de 2009 a 2013) foram elaborados pelas Autoridades Portuárias, por meio de ferramentas analíticas e com base em dados do ambiente físico, em atendimento à norma brasileira e à experiência do projetista e posteriormente rechecados de acordo com as orientações internacionais.

Os dados coletados seguem apresentados nas Tabela 3 e Tabela 4, detalhados pelas características dos navios (tipo de carga, porte da embarcação, calado e boca), características dos canais (profundidade mínima e largura mínima do canal) e índices usuais de dimensionamento ($\alpha 1 \text{ real} = \text{profundidade} \div \text{calado}$ e $\alpha 2 \text{ real} = \text{largura} \div \text{boca}$).

Para fins de análise, a norma brasileira estabelece dimensões mínimas que podem ser representadas pelos índices de dimensionamento da seguinte forma:

- $\alpha 1 \text{ min} \geq 1,1$; e
- $\alpha 2 \text{ min} \geq 3,6$ para tráfego em uma faixa de navegação e taludes inclinados; ou
- $\alpha 2 \text{ min} \geq 6,8$ para tráfego em duas faixas de navegação e taludes inclinados.

Como observação, faz-se necessário mencionar que nesse estudo os calados avaliados foram considerados como referenciados ao zero DHN (Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil), sem o uso de variações de maré, tendo em vista as diferenças de variação de amplitude de marés entre os portos.

Tabela 3- Características dos Navios-Tipos e Canais dos Portos Públicos Analisados pelo Autor Antes do PND

Portos analisados	Navios-tipo antes do PND (fontes 1990 a 2008)							
	Carga	TPB	Calado T (m)	Boca B (m)	Profundidade	Largura do Canal Real- W (m)	$\alpha 1$ real (Prof/T)	$\alpha 2$ real (Wreal/B)
1 Fortaleza-CE	GLP	40.000	10,6	30,0	12,0	150	1,13	5,00
2 Rio de Janeiro-RJ	PQ e DP	50.000	12,5	32,2	13,0	110	1,04	3,42
3 Santos-SP	GLP	50.000	12,3	32,2	13,3	150	1,08	4,66
4 Paranaguá-PR	CG	50.000	11,9	31,7	13,0	150	1,09	4,73
5 São Francisco do Sul-SC	CG	25.000	10,8	26,4	12,0	150	1,11	5,68
6 Itajaí-SC	Conteiner	40.000	10,0	32,2	11,0	100	1,10	3,11
7 Rio Grande-RG	PQ	50.000	12,6	32,2	14,0	200	1,11	6,21

FONTE: desenvolvido pelo autor.

Tabela 4- Características dos Navios-Tipos e Canais dos Portos Públicos Analisados pelo Autor Após o PND

Portos analisados	Navios-tipo pós PND (fonte 2008 - 2012)							
	Carga	TPB	Calado T (m)	Boca B (m)	Profundidade	Largura do Canal Real- W (m)	$\alpha 1$ real (Prof/T)	$\alpha 2$ real (Wreal/B)
1 Fortaleza-CE	Conteiner	70.000	12,5	44,0	14,0	160	1,12	3,64
2 Rio de Janeiro-RJ	Conteiner	65.000	13,5	41,2	15,0	120	1,11	2,91
3 Santos-SP	Conteiner	70.000	13,5	42,8	15,0	220	1,11	5,14
4 Paranaguá-PR	Conteiner	70.000	12,8	45,2	14,0	200	1,09	4,42
5 São Francisco do Sul-SC	Conteiner	65.000	12,8	41,2	14,0	160	1,09	3,88
6 Itajaí-SC	Conteiner	64.730	12,5	40,0	14,0	120	1,12	3,00
7 Rio Grande-RG	Conteiner	70.000	14,5	45,6	16,0	250	1,10	5,48

FONTE: desenvolvido pelo autor.

3.3 - Análise dos Resultados

A primeira constatação observada é a inserção do navio modelo contêiner no rol de navios-tipo de todos os portos da amostragem, em substituição ou complementação aos navios de gás liquefeito de petróleo (GLP), produtos químicos (PQ), derivados de petróleo (DP) e/ou carga geral (CG). Levando em conta que na seleção amostral foram considerados os portos nos quais a carga contêinerizada seja de significativa importância em suas operações, esse resultado atende as expectativas da pesquisa.

A segunda constatação leva em consideração a alteração no porte dos navios-tipos. Destaque para o avanço generalizado da capacidade de porte bruto de 40 a 50 mil TPB para 65 a 70 mil TPB. Esse avanço caracteriza a mudança de geração dos navios-tipos da geração panamax para a geração pospanamax, da ordem de 6 a 8 mil TEUs.

Tabela 5- Variação das Características dos Navios-Tipos e dos Canais dos Portos Públicos Analisados pelo Autor Antes e Após o PND

Portos analisados	Variação antes e após PND					
	Δ Calado	Δ Profundidade	$\Delta \alpha 1$ real (Prof/T)	Δ Boca	Δ Largura	$\Delta \alpha 2$ real (Wreal/B)
1 Fortaleza-CE	18%	17%	-1%	47%	7%	-27%
2 Rio de Janeiro-RJ	8%	15%	7%	28%	9%	-15%
3 Santos-SP	10%	13%	3%	33%	47%	10%
4 Paranaguá-PR	8%	8%	0%	43%	33%	-6%
5 São Francisco do Sul-SC	19%	17%	-2%	56%	7%	-32%
6 Itajaí-SC	25%	27%	2%	24%	20%	-3%
7 Rio Grande-RG	15%	14%	-1%	42%	25%	-12%

FONTE: desenvolvido pelo autor.

A terceira constatação trata das variações de calado e profundidade. Na média, a amostragem apresentou aumento de calado da ordem 1,6m (15%), aumento de profundidade da ordem de 2,0m (16%) e manutenção do índice $\alpha 1$ real (profundidade \div calado) na faixa dos tradicionais 1,1. A linearidade dos números se reflete também na $\Delta \alpha 1$ real (variação da profundidade \div calado), na qual a maioria da amostragem variou de -1% a +3%. Exceção apenas ao Porto do Rio de Janeiro, que ampliou o pé de piloto (FAQ – Folga Abaixo da Quilha) de 4% para 11% do calado.

A quarta constatação trata das variações de boca do navio e de largura do canal. Na média, a amostragem apresentou aumento de boca da ordem de 12m (39%), aumento da

largura mínima do canal de 31m (21%) e variação do α_2 real (variação da largura real \div boca) em -0,6 (-12%). Essa variação negativa mostra que a relação entre a largura real e a boca das embarcações diminuiu após o PND, resultado do melhor dimensionamento dos canais que vinham se mostrando superdimensionados as suas antigas realidades, conforme apresentado na Figura 14 (ALFREDINI e MARTINS, 2000). Exceção apenas ao Porto de Santos que apresentou variação positiva, visto que o antigo canal de mão única foi alargado para operar em mão dupla.

Destaque para o índice α_2 real (variação da largura real \div boca) dos Portos do Rio de Janeiro e Itajaí, que apresentam números notoriamente inferiores aos de norma, tendo em vista as restrições naturais e artificiais existentes, tabatinga plástica e guia-corrente, respectivamente.

Frisa-se a variação percentual das dimensões médias dos navios-tipo em 15% no calado e 39% na boca. Esse fato evidencia que o PND, além de aprofundar os canais (informação comumente mais divulgada), também se propôs a adequar as larguras, curvas e bacias das vias para propiciar adequada segurança à navegação.

Tendo em vista a grande complexidade técnica de se calcular, com precisão, os efeitos das manobras para prever sobrelarguras, zonas de estrangulamento e áreas de escape, simulações matemáticas estão permitindo a realização de ajustes finos no traçado geométrico das vias dragadas no PND, de forma a permitir o melhor aproveitamento à navegação.

CAPÍTULO 4 - CONCLUSÕES

Na análise comparativa entre acessos portuários antes e após o PND, observam-se as ações do Governo Federal para adaptar as vias dos principais portos públicos ao perfil de embarcações que já frequentam o país em caráter permanente ou eventual. Para tal, os projetistas se utilizaram das normas vigentes e de ferramentas analíticas baseadas em dados do ambiente físico. O que, em suma, pode ser visto como uma ação emergencial com vistas a recuperar o atraso em investimentos de acessibilidade aquaviária.

Como resultado, a primeira fase do PND migrou os principais acessos portuários brasileiros para a geração de navios containeros *pospanamax*, com destaque para o melhor aproveitamento das larguras das vias.

Contudo, as ações emergências do Governo Federal não levaram em consideração a tendência de rápida evolução das embarcações, fazendo com que, poucos anos depois de implantadas, algumas vias já estejam defasadas em relação aos seus navios-tipo. Além disso, os canais foram dimensionados com precisão em nível de projeto conceitual, o que – por vezes – implica na necessidade de melhorias posteriores e em retificações pontuais.

Observa-se que as dimensões de boca e comprimento dos navios passaram a ocupar lugar de destaque no estudo de viabilidade das vias e, considerando a escassa base de dados e, por vezes, até a subjetividade para dimensionamento de alguns elementos, torna-se necessário o uso de simulações computacionais de manobra, com o envolvimento da Autoridade Marítima e dos serviços de Praticagem, para viabilizar o adequado aproveitamento da via.

Quanto à norma brasileira de dimensionamento de acessos portuários (NBR 13246: Planejamento Portuário, aspectos náuticos. ABNT, 1995), observa-se que ela apresenta limitações que evidenciam a necessidade de revisões que minimizem os conflitos com as orientações internacionais. Dentre eles, a proibição de operar com pé-de-piloto inferior a 10% do calado ($\text{profundidade} \div \text{calado} \geq 1,1$) e o detalhamento dos elementos que compõem o dimensionamento da largura das vias.

Importante destacar que as dimensões e as características de manobras da nova geração de navios porta-contêineres e os recentes desenvolvimentos em simulação e demais ferramentas têm conduzido a readequação das orientações internacionais para dimensionamento dos canais.

Em uma visão de curto prazo, considerando os navios containeros que tendem a ser atraídos para a costa brasileira com o advento da ampliação do canal do Panamá no ano de

2014, e no intuito de obter ganhos imediatos ou mesmo aperfeiçoar investimentos futuros para esses novos navios-tipo, sugere-se que as Autoridades Portuárias adotem modelos numéricos de precisão que propiciem o melhor aproveitamento de suas vias, quanto à definição de sobrelarguras, raio de giro, pé-de-piloto, calado dinâmico e taxa de assoreamento.

E, por fim, numa visão de médio a longo prazo, considerando a tendência de embarcações da geração *new panamax* (366m de comprimento, 49m de boca e até 15m de calado) e o tempo necessário para estabelecer a infraestrutura portuária de grande magnitude, o governo brasileiro precisa se antecipar e estudar um ou mais portos públicos que no futuro serão estrategicamente demandados como concentradores de carga no Atlântico Sul.

REFERÊNCIAS

ALFREDINI, P. **Obras e gestão de portos e costas – A técnica aliada ao enfoque logístico e ambiental**. São Paulo, Editora Edgard Blücher, 2005.

DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO, MARINHA DO BRASIL. **Normas da Autoridade Marítima para Levantamentos Hidrográficos - NORMAM-25/DHN**. Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13246: Planejamento Portuário – Aspectos Náuticos**. Rio de Janeiro, 1995.

PIANC – PERMANENT INTERNATIONAL ASSOCIATION OF NAVIGATION CONGRESSES **Approach channels - a guide for design**. Final Report of the Joint Working Group II-30 PIANC-IAPH in cooperation with IMPA and IALA, Brussels(Belgium) and Tokyo (Japan), 1997.

U. S. ARMY CORPS OF ENGINEERS. **Estimation of suspended sediment trapping ratio for channel infilling and bypassing**. ERDC/CHL CHETN-IV-34 by Larson, M. & Kraus, N. C.. U. S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, MS, 2001.

ALFREDINI, P. e MARTINS, R. G. **Caracterização de Canais de Acesso Externos a Áreas Portuárias Brasileiras Segundo as Recomendações da PIANC – Análise de Larguras**. RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Volume 5, n. 4, 57-65, 2000.

ALFREDINI, P. e AMARAL, R. F. **Contribuição dos Estudos Hidrossedimentológicos na Otimização de Obras de Dragagens Marítimas**. Universidade de São Paulo – USP, 2007.

ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviários. **Panorama Aquaviário**, Volume 6, 2011.

FONSECA, FERNANDO. **Oportunidades de Investimento Privado nos Portos** (ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviários). 8º Encontro de Logística e Transportes – FIESP, 2013.

LACERDA, S. M., **Navegação e Portos no Transporte de Contêineres**. Revista do BNDES, Rio de Janeiro, V. 11, N. 22, P. 215-243, dez 2004.

STOPFORD, M. **Maritime economics**. Routledge, 1997.

DANISH HYDRAULIC INSTITUTE SOFTWARES, **Módulos do software MIKE 21**.

AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ. **Plan Maestro del Canal de Panamá 2005-2025**. Jun, 2006.

CEREZO SAN FRUTOS, DIEGO E SERENA GÓMEZ, ANDRÉS. **Container Ship**. 2012. <<http://129.16.218.54/MSE/Assignment/Container%20Ships.pdf>>. Acesso em 17 jul. 2013.

RODRIGUE, J-P. **The Geography of Transport Systems**. 2013. Hofstra University, Department of Global Studies & Geography, <<http://people.hofstra.edu/geotrans>>. Acesso em 18/07/2013

<<http://www.alphaliner.com/>>. Acesso em: 23 fev, 2013.

<http://www.oceanica.ufrj.br/deno/prod_academic/relatorios/2012/Roni+Ricardo/relat1/Principal.htm>. Acesso em: 23 fev, 2013.

<<http://www.containertech.no/Containershiptypes.htm>>. Acesso em 24 fev. 2013.

<<https://www.mar.mil.br/dhn/dhn/index.html>>. Acesso em 24 fev. 2013.