

**UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA
FACULDADE DE ENGENHARIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**MARIANA REIS SEVCIUC
NATALIA ESAUDITO RODRIGUES
VITOR DE LAVOR SOARES**

**EXPANSÃO DO PORTO DE SANTOS:
PROPOSTA PARA LOCALIZAÇÃO DE UM TERMINAL DE CONTÊINERES
*OFFSHORE***

**Santos - SP
Junho/2019**

**UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA
FACULDADE DE ENGENHARIA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**MARIANA REIS SEVCIUC
NATALIA ESAUDITO RODRIGUES
VITOR DE LAVOR SOARES**

**EXPANSÃO DO PORTO DE SANTOS:
PROPOSTA PARA LOCALIZAÇÃO DE UM TERMINAL DE CONTÊINERES
*OFFSHORE***

**Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como exigência parcial para obtenção do título de
bacharelado em Engenharia Civil à Faculdade de
Engenharia da Universidade Santa Cecília, sob a
orientação do Professor Me. Adilson Luiz
Gonçalves.**

**Santos - SP
Junho/2019**

MARIANA REIS SEVCIUC
NATALIA ESAUDITO RODRIGUES
VITOR DE LAVOR SOARES

**EXPANSÃO DO PORTO DE SANTOS:
PROPOSTA PARA LOCALIZAÇÃO DE UM TERMINAL DE CONTÊINERES
*OFFSHORE***

Data da aprovação: ___/___/___

Nota: _____

Banca examinadora:

Orientador Prof. Me. Adilson Luiz Gonçalves

Prof. (a) Ms./Dr.(a)

Prof. (a) Ms./Dr.(a)

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Me. Adilson Luiz Gonçalves, pela orientação e atenção nos momentos em que precisamos.

Ao Dr. Aluisio de Souza Moreira, pela disponibilidade em nos receber e interesse em colaborar com o estudo apresentado.

Ao Prático Fábio Mello Fontes, pela disponibilidade em nos receber e opinar referente ao terminal proposto.

Ao Núcleo de Pesquisas Hidrodinâmicas (NPH) da Universidade Santa Cecília, pelo fornecimento de dados importantes para a elaboração da pesquisa.

Aos nossos pais, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da nossa formação, o nosso muito obrigado.

RESUMO

O Porto de Santos é o mais importante do Brasil e um dos mais importantes do mundo. Desde sua criação até hoje, sua expansão ocorreu de montante a jusante e agora enfrenta problemas como: profundidade insuficiente para a navegação de navios com grandes calados, falta de espaço físico para armazenagem, e adensamento de áreas urbanas, o que causa transtornos logísticos tanto para a população quanto para o porto. A exemplo do que ocorre em outros portos do mundo, a tendência indica que a alternativa mais viável para essa situação é a expansão mar adentro, mediante estruturas *offshore* com o foco de seu acesso hidroviário tornando-se uma excelente opção de *hub port*. A principal referência para o presente estudo é a expansão do Porto de Roterdã (Rotterdam), na Holanda, com o Projeto *Maasvlakte 2*. O Porto de Roterdã possui características semelhantes ao Porto de Santos, tais como: localização estuarina, total expansão e problemas relacionados à falta de espaço e profundidade, que não atendiam aos maiores navios do mundo. A metodologia de pesquisa se dará por um estudo das características do Porto de Roterdã por meio de artigos, literatura disponível entre outros, e de como sua expansão foi benéfica para manter sua competitividade, quando comparado com outros grandes portos do mundo. Com esse estudo espera-se fazer uma proposta de expansão *offshore* no Porto de Santos baseada em projeções de demanda versus capacidade de contêineres do Porto de Santos para o ano de 2060 e possíveis portos que realizariam cabotagem com o mesmo, a partir de informações como: profundidade ideal para atender a grandes embarcações, áreas necessárias para terminais, dimensão de berços de atracação, capacidade estática, capacidade dinâmica anual, entre outros. Todas as informações, tais como: projeções, tabelas, gráficos e propostas apresentadas de localização e pré-dimensionamento do terminal de contêineres *offshore* serão apresentadas nas formas qualitativa e quantitativa, sendo os resultados apresentados pelo método hipotético-dedutivo.

Palavras-chave: Terminal de Contêineres *Offshore*; Porto de Santos; Porto de Roterdã (Rotterdam); Expansão; localização.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Localização do Complexo Portuário de Santos. | 14 |
| Figura 2: Terminais do Complexo Portuário de Santos. | 15 |
| Figura 3: Resultados consolidados da projeção de demanda do Complexo Portuário de Santos. | 19 |
| Figura 4: Projeção de demanda de contêineres. | 19 |
| Figura 5: Demanda vs. capacidade de contêineres. | 20 |
| Figura 6: Localização das rodovias da hinterlândia do Complexo Portuário de Santos. | 21 |
| Figura 7: Acessos rodoviários do em torno do Complexo Portuário de Santos. | 22 |
| Figura 8: Malha ferroviária associada ao Complexo Portuário de Santos. | 23 |
| Figura 9: Ilustração de 200 quilômetros de rios navegáveis de acesso ao Porto de Santos. | 24 |
| Figura 10: Nível do mar (maré meteorológica e astronômica). | 25 |
| Figura 11: Altura significativa da ondulação (Hs), período de pico (Tp) e direção de pico da ondulação (Dp). | 26 |
| Figura 12: Área de Maasvlakte. | 28 |
| Figura 13: Mapa de terminais em Maasvlakte. | 29 |
| Figura 14: Hinterlândia Porto de Santos. | 32 |
| Figura 15: Ligações com o Porto de Roterdã. | 32 |
| Figura 16: Ranking com o TOP 50 Portos de Contêineres do mundo. | 33 |
| Figura 17: Principais dimensões de uma embarcação. | 35 |
| Figura 18: Evolução dos navios cargueiros. | 37 |
| Figura 19: Navio MOL Triumph. | 38 |
| Figura 20: Barcaça. | 39 |
| Figura 21: Cadeia logística global. | 40 |
| Figura 22: Índices e parâmetros utilizados na elaboração da fórmula contida no programa. .. | 43 |
| Figura 23: Fluxo de contêineres em portos da Costa Leste da América do Sul. | 43 |
| Figura 24: Custo dólar por unidade. | 44 |
| Figura 25: Custos da solução otimizada: Porto de Santos. | 44 |
| Figura 26: Comparativo de custo do hub port localizado em Santos. | 45 |
| Figura 27: Resultados dos cenários. | 45 |
| Figura 28: Carta Náutica 1711 – Proximidade do Porto de Santos. | 48 |
| Figura 29: Corte exemplificando navio atravessando o canal de acesso. | 50 |
| Figura 30: Proposta de localização do terminal offshore. | 50 |

| | |
|---|----|
| Figura 31: Proposta de localização do terminal offshore. | 51 |
| Figura 32: Posicionamento do terminal offshore. | 52 |
| Figura 33: Contêineres – Demanda vs Capacidade – Porto de Manaus. | 54 |
| Figura 34: Contêineres – Demanda vs Capacidade – Porto de Suape. | 55 |
| Figura 35: Contêineres – Projeção de Demanda – Porto de Salvador. | 55 |
| Figura 36: Contêineres – Demanda vs Capacidade – Porto de Montevideú. | 56 |
| Figura 37: Contêineres – Demanda – Porto de Buenos Aires. | 57 |
| Figura 38: Proposta do Terminal Offshore. | 58 |
| Figura 39: Proposta do Cais Acostável. | 60 |
| Figura 40: Proposta de Portêineres. | 60 |
| Figura 41: Proposta de Transtêineres. | 62 |
| Figura 42: Detalhe da camada de proteção de uma obra de proteção de paramento inclinado. | 63 |
| Figura 43: Quebra-mar com concreto tetrápode. | 63 |
| Figura 44: Resultados obtidos após cálculo. | 64 |
| Figura 45: Inclinação recomendada do talude. | 64 |
| Figura 46: Detalhe de um gerador de energia a diesel fornecido pela empresa CAT. | 65 |
| Figura 47: Usina de ondas no Porto de Pecém. | 66 |
| Figura 48: Esquema de um MBR. | 67 |
| Figura 49: Sistema containerizado para purificação de água. | 68 |
| Figura 50: Barca Rápida 3209 da empresa Damen. | 69 |
| Figura 51: Zoneamento da Baixada Santista na região do Porto de Santos. | 70 |
| Figura 52: Zona Marinha 3. | 71 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 1: História do Porto de Santos. | 16 |
| Quadro 2: Porto de Santos - Cargas relevantes movimentadas em 2016 e 2017. | 18 |
| Quadro 3: Informações de terminais em Maasvlakte. | 30 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1: Principais Rotas para Cabotagem..... | 53 |
|--|----|

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 12 |
| 1.1 OBJETIVOS..... | 12 |
| 1.1.1 Objetivos Específicos..... | 13 |
| | |
| 2. O PORTO DE SANTOS | 14 |
| 2.1 HISTÓRIA DO PORTO DE SANTOS..... | 15 |
| 2.2 CAPACIDADE DO PORTO DE SANTOS..... | 17 |
| 2.2.1 Capacidade Atual | 17 |
| 2.2.2 Projeção de Demanda..... | 18 |
| 2.3 INFRAESTRUTURA LOGÍSTICA | 20 |
| 2.3.1 Acesso Rodoviário | 21 |
| 2.3.2 Acesso Ferroviário..... | 22 |
| 2.3.3 Acesso Hidroviário | 23 |
| 2.4 ASPECTOS MARÍTIMOS | 25 |
| 2.4.1 Maré..... | 25 |
| 2.4.2 Onda..... | 26 |
| | |
| 3. PORTO DE SANTOS VS PORTO DE ROTERDÃ | 27 |
| 3.1 O PORTO DE ROTERDÃ..... | 27 |
| 3.1.1 História do Porto de Roterdã | 27 |
| 3.1.2 Projeto Maasvlakte – Expansão do Porto de Roterdã | 28 |
| 3.2 SEMELHANÇAS ENTRE O PORTO DE SANTOS E O PORTO DE ROTERDÃ | 30 |
| 3.2.1 Localização | 30 |
| 3.2.2 Hinterlândia | 31 |
| 3.2.3 Representatividade no Continente..... | 33 |
| 3.2.4 Necessidade de Expansão..... | 33 |
| | |
| 4. EMBARCAÇÕES..... | 35 |
| 4.1 TIPOS DE EMBARCAÇÕES..... | 35 |
| 4.1.1 Evolução das Embarcações Porta-Contêineres | 37 |
| 4.1.2 Maior Embarcação Porta-Contêineres do Mundo..... | 37 |
| 4.1.3 Navios <i>Feeders</i> | 38 |

| | |
|--|-----------|
| 4.1.4 Barcaças..... | 39 |
| 5. PORTO CONCENTRADOR (HUBPORT) | 40 |
| 5.1 CABOTAGEM..... | 41 |
| 5.2 SANTOS COMO PORTO CONCENTRADOR (HUB PORT)..... | 41 |
| 5.3.1 Estudo Analítico..... | 41 |
| 6. PROPOSTA DE LOCALIZAÇÃO PARA UM TERMINAL OFFSHORE | 47 |
| 6.1 CARACTERÍSTICAS DE UM PORTO OFFSHORE | 47 |
| 6.2 CARTAS NÁUTICAS | 48 |
| 6.3 DEFINIÇÃO DA LOCALIZAÇÃO | 49 |
| 6.3.1 Profundidade..... | 49 |
| 6.3.2 Localização | 50 |
| 6.3.3 Posicionamento | 52 |
| 7. ESTIMATIVA DE DIMENSIONAMENTO PARA O TERMINAL OFFSHORE | 53 |
| 7.1 O TERMINAL OFFSHORE | 53 |
| 7.1.1 Capacidade Estática e Dinâmica de Contêineres | 53 |
| 7.1.2 Área..... | 58 |
| 7.1.3 Berço de Atracação..... | 58 |
| 7.1.4 Comprimento de Cais..... | 59 |
| 7.1.5 Equipamentos | 60 |
| 7.1.5.1 Portêineres | 60 |
| 7.1.5.2 Transtêineres | 61 |
| 7.1.6 Praticagem..... | 62 |
| 7.2 OBRAS DE ABRIGO E PROTEÇÃO..... | 62 |
| 7.3 INFRAESTRUTURA..... | 65 |
| 7.3.1 Abastecimento de Energia | 65 |
| 7.3.1.1 Energia Maremotriz | 66 |
| 7.3.2 Esgoto..... | 66 |
| 7.3.3 Abastecimento de Água Potável..... | 68 |
| 7.3.4 Movimentação de Pessoas | 68 |
| 7.3.5 Acomodações..... | 69 |

| | |
|--------------------------------------|-----------|
| 8. MEIO AMBIENTE | 70 |
| 8.1 ZONEAMENTO ECOLÓGICO | 70 |
| 8.2.1 Zoneamento Marinho..... | 71 |
| 8.2 DRAGAGEM DE MANUTENÇÃO | 71 |
| | |
| CONCLUSÃO..... | 73 |
| | |
| REFERÊNCIAS | 74 |

1. INTRODUÇÃO

Devido a extensa margem costeira brasileira, é de extrema importância a implantação e melhorias de obras portuárias ao longo de toda a costa do país para o crescimento da rede de transportes e com finalidade de se manter apto ao crescimento do comércio mundial (ALFREDINI; ARASAKI, 2009).

O Porto de Santos detém fortes indicadores para os negócios do comércio brasileiro, como, por exemplo, estar localizado na região de maior Produto Interno Bruto - PIB do país. Por isso se destaca, não só desse lado Sul do Hemisfério, mas, também, entre os portos das Américas (MOREIRA, 2017).

Sendo o Porto de Santos o mais importante do país, é imprescindível que continue sua expansão, também como forma de assegurar condições de competitividade em relação a outros grandes portos localizados em países do Hemisfério Norte e, especificamente, naqueles que vêm ganhando destaque no comércio exterior, como a China e a Índia (BRASIL, 2017).

Assim como o mercado internacional cresce, a demanda por áreas portuárias também aumenta, bem como as dimensões dos navios, visando maior lucro para os armadores. Com isso, os portos estão se modernizando e tendo que se adaptar à nova realidade dos super navios, que exigem acessos com maior profundidade (MILLMAN, 2015).

Com base nesse cenário, é preciso estudar uma alternativa de expansão para o porto mais representativo do Brasil. Tendo como exemplo o porto de Roterdã, que possui características similares ao Porto de Santos, a tendência mostra que a melhor solução é crescer mar adentro, ou seja, para áreas *offshore*.

1.1 OBJETIVOS

Como objetivos gerais, busca-se estudar a possibilidade de expansão do Porto de Santos por meio de um terminal de contêineres *offshore* e propor uma localização para o mesmo.

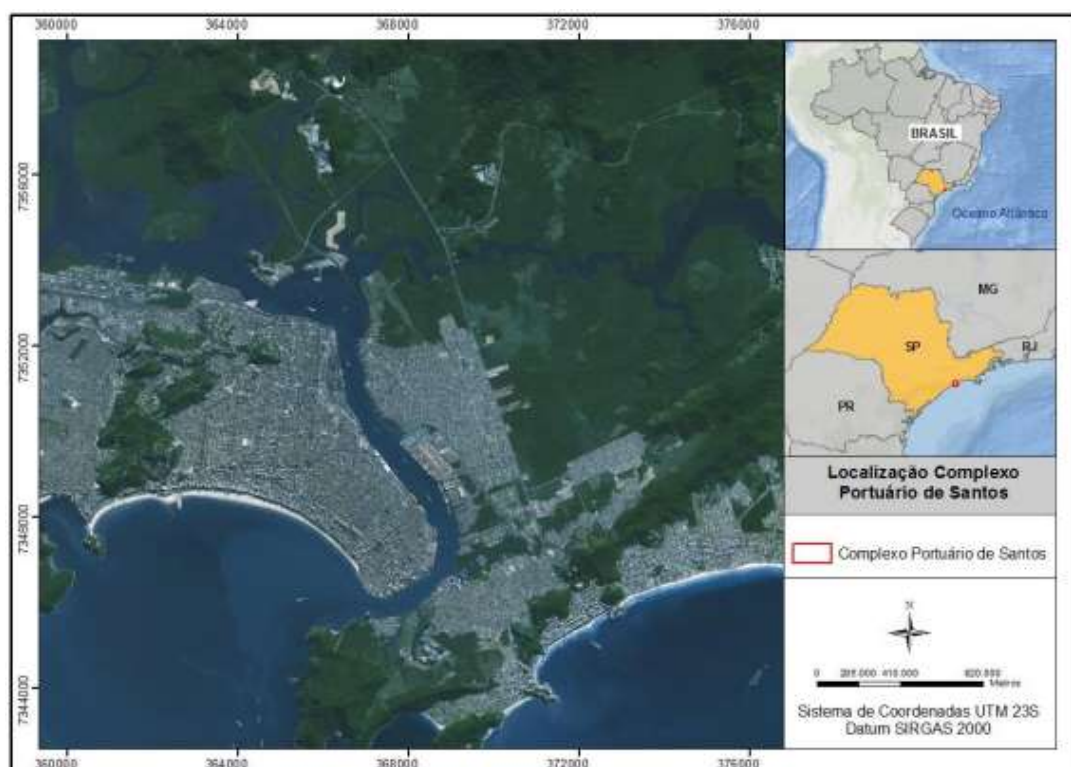
1.1.1 Objetivos Específicos

- Estudar a capacidade atual do Porto de Santos e compará-la com as projeções de demanda versus capacidade no ano de 2060;
- Comparação entre o Porto de Santos e o Porto de Roterdã;
- Estudar as tipologias dos navios e profundidade mínima ideal para toda a área que envolve a navegação das embarcações;
- Propor uma localização para o terminal de contêineres *offshore*;
- Analisar a possibilidade do terminal de contêineres *offshore* se caracterizar como um porto concentrador;
- Identificar e estimar as dimensões necessárias do terminal para comportar a demanda projetada de contêineres em 2060 (infraestrutura, área, equipamentos, obra(s) de abrigo e proteção, etc.);
- Identificar a zona ambiental e os eventuais impactos relacionados à construção de um terminal de contêineres *offshore*.

2. O PORTO DE SANTOS

Segundo Plano Mestre de Santos (2019), o Complexo Portuário de Santos é o maior da América Latina, tem sua sede na cidade de mesmo nome, no Estado de São Paulo (Figura 1), e responde por quase um terço do comércio exterior brasileiro. Destaca-se com a movimentação de cargas de contêineres, granéis sólidos de origem vegetal, granéis líquidos de origem vegetal, combustíveis e químicos, fertilizantes e cargas gerais, como celulose e veículos, dentre outros. Sabe-se que em 2016 a carga mais movimentada foi a de contêineres, em torno de 35% do total movimentado.

Figura 1: Localização do Complexo Portuário de Santos.



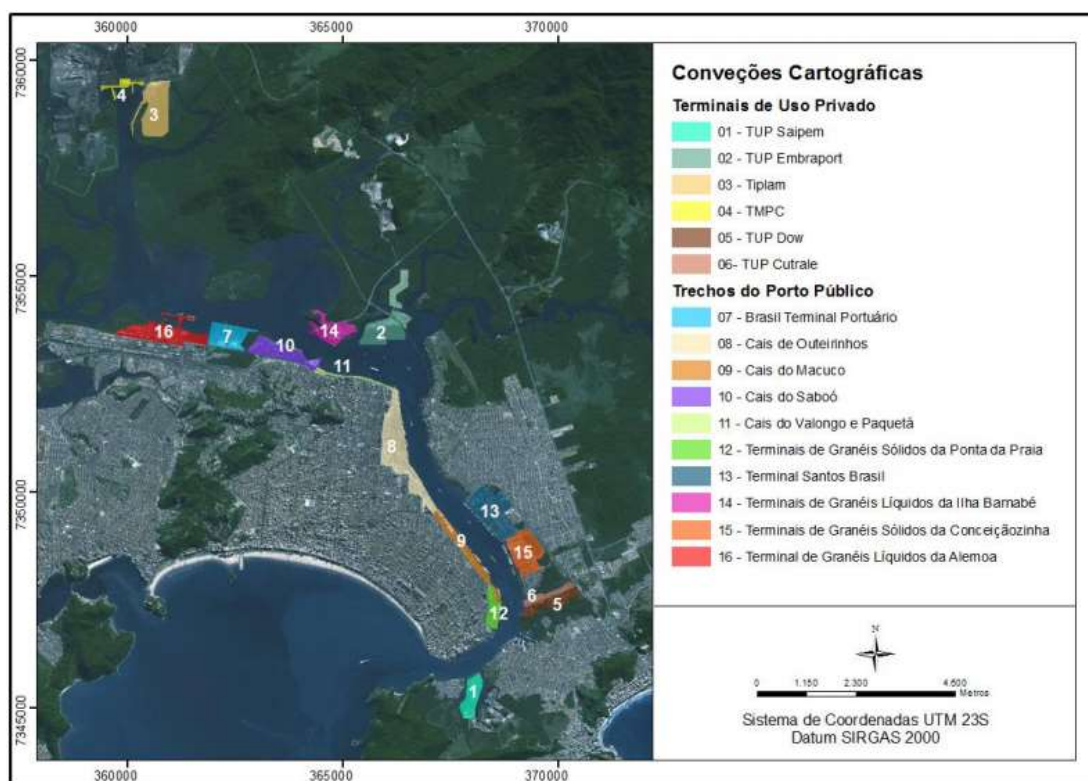
Fonte: BRASIL, 2017.

Sua área pública, definida com Porto Organizado de Santos, é administrada pela Companhia Docas do Estado de São Paulo (Codesp), também contando com seis terminais de uso privado - TUPs, localiza-se a 70 quilômetros da região mais industrializada e com o maior mercado consumidor e produtor da América Latina, a Área Metropolitana de São Paulo.

O Porto de Santos atende os estados de São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, entre outros, concentrando mais de 50% do PIB nacional, com acesso via ampla rede de rodovias, ferrovias e hidrovias, que formam a maior cadeia logística do país.

Sua área útil total é de 7,8 milhões de metros quadrados e seu canal de acesso tem cerca de 15 metros de profundidade e 220 metros de largura, no trecho mais estreito. O porto público possui 55 terminais localizados em duas margens. A margem direita localiza-se na área insular da cidade de Santos e a margem esquerda, parte na área continental de Santos e parte no Distrito de Vicente de Carvalho, na cidade de Guarujá, segundo Figura 2. Somando-se o TUPs, o complexo totaliza 66 berços de atracação.

Figura 2: Terminais do Complexo Portuário de Santos.



2.1 HISTÓRIA DO PORTO DE SANTOS

De acordo com a Codesp (2017), o Porto de Santos existe desde o início do século XVI, com estruturas operacionais rudimentares formadas basicamente por atracadouros feitos de madeira, que ligavam a terra aos navios ancorados. Sua localização inicial, na região atualmente conhecida como Ponta da Praia, foi escolhida pela expedição de Martim Afonso de Souza. O fidalgo Brás Cubas, também membro da expedição, após análise da Ilha de São Vicente

verificou que se o porto ficasse no interior do estuário, as embarcações ficariam mais protegidas contra ataques de piratas e intempéries. O novo local foi chamado de Valongo.

No Quadro 1 é mostrado em ordem cronológica os principais acontecimentos para o porto se tornar o que é hoje.

Quadro 1: História do Porto de Santos.

| Ano | Acontecimento |
|------|--|
| 1792 | Foi inaugurada a “Calçada de Lorena”, caminho para as mulas transportarem o açúcar, produto que se expandia no interior do Estado de São Paulo. |
| 1795 | Foi registrada a primeira exportação de café do Porto de Santos. |
| 1867 | Foi inaugurada a estrada de ferro São Paulo Railway, ligando o planalto ao porto, possibilitando o escoamento de cargas e passageiros em quatro horas de viagem. |
| 1889 | Foi criada a Empresa das Obras de Melhoramentos do Porto de Santos, sob direção de José Pinto de Oliveira, Cândido Gaffrée, Eduardo Palacin Guinle, João Gomes Ribeiro de Aguiar, Alfredo Camilo Valdetaro, Benedito Antônio da Silva e Barros e Braga & Cia. |
| 1890 | Foi assinado o Termo de Concessão por um período de 90 anos, com a criação da Companhia Docas de Santos. |
| 1892 | foram inaugurados os primeiros 260 metros de cais, tomando o Porto de Santos o primeiro Porto Organizado do Brasil, com a atracação do navio inglês Nasmith. |
| | Foi autorizado o prolongamento do cais, do Paquetá até Outeirinhos. |
| 1963 | Terminais portuários privados passaram a operar no Porto de Santos, com a inauguração da Companhia Siderúrgica Paulista - Cosipa, em Cubatão, seguidas por outras empresas. |
| 1980 | A Companhia Docas de Santos finaliza seu período de concessão, transferindo a administração e o acervo do Porto de Santos à Companhia Docas dos Estado de São Paulo - Codesp, empresa de economia mista sob controle da Empresa de Portos do Brasil S.A. (Portobras). |
| 1981 | A Codesp retomou os investimentos na área portuária, através de obras e compra de equipamentos, seu maior investimento foi no Terminal de Contêineres da Margem Esquerda do Porto de Santos - Tecon |
| 1990 | A Codesp passa a ser vinculada diretamente ao Ministério dos Transportes e, posteriormente, à Secretaria de Portos (SEP), hoje associada ao Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil, denominada: Secretaria Nacional de Portos. |
| 1997 | A Empresa Santos Brasil assumiu a administração do Tecon, mediante arrendamento. O mesmo ocorreu com diversos terminais, cuja privatização decorreu da Lei Federal nº 8.630/1993, conhecida como "Lei dos Portos". A partir dessa legislação, a Codesp assumiu a condição de administradora do Porto, intitulada Autoridade Portuária. |

2.2 CAPACIDADE DO PORTO DE SANTOS

2.2.1 Capacidade Atual

Atualmente, a dinâmica econômica mundial exige esforços no planejamento do Porto de Santos, para que as necessidades de infraestrutura sejam atendidas, seja devido à demanda solicitada, como na eficiência e competitividade no mercado internacional.

De acordo com o Plano Mestre de Santos (2019), há 50 anos o Porto de Santos chegou a sua máxima dimensão territorial e seus acessos aquaviários, por suas características estuarinas, demandam dragagem contínua, além de procedimentos de derrocagem pontual devido ao aumento de porte das embarcações. Seu principal desafio atual é de atender aos navios porta-contêineres, que possuem calados maiores do que a profundidade economicamente viável do canal de acesso.

No Quadro 2, pode-se observar que o Porto de Santos apresentou uma taxa média de crescimento de 3,1% ao ano, e as cargas mais movimentadas foram de contêineres com aumento de 43% (6,4% a.a.). Em relação ao tipo de navegação, 90% a 87% do total corresponderam a operações de longo curso entre 2012 e 2017, e o restante (10% a 13%) à cabotagem, respectivamente. Já em termos de sentido de navegação, têm predominado os embarques, com 69% a 73% do total no mesmo período.

Quadro 2: Porto de Santos - Cargas relevantes movimentadas em 2016 e 2017.

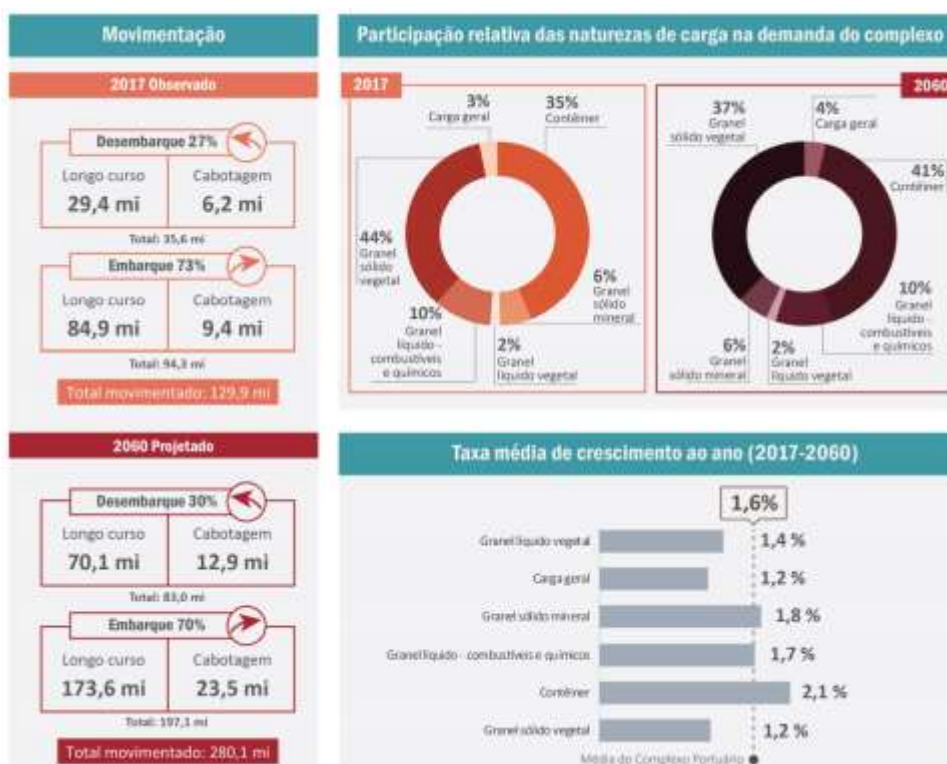
| Carga | Natureza de carga | Movimentação 2016 (t) | Movimentação 2017 (t) | Participação 2017 (%) |
|------------------------------------|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Contêiner | Contêiner | 38.548.284 | 44.534.271 | 34,3% |
| Açúcar | Granel sólido vegetal | 18.531.826 | 18.717.663 | 14,4% |
| Grão de soja | Granel sólido vegetal | 14.495.962 | 16.446.915 | 12,7% |
| Milho | Granel sólido vegetal | 7.883.173 | 14.233.899 | 11,0% |
| Derivados de petróleo (exceto GLP) | Granel líquido - combustíveis e químicos | 6.524.524 | 8.015.527 | 6,2% |
| Adbos e fertilizantes | Granel sólido mineral | 5.043.159 | 4.138.878 | 3,2% |
| Farelo de soja | Granel sólido vegetal | 4.377.203 | 4.994.870 | 3,8% |
| Celulose | Carga geral | 2.265.052 | 2.560.844 | 2,0% |
| Sucos | Granel líquido vegetal | 1.990.547 | 1.923.278 | 1,5% |
| Enxofre | Granel sólido mineral | 1.732.533 | 1.812.575 | 1,4% |
| Etanol | Granel líquido - combustíveis e químicos | 1.410.250 | 1.281.124 | 1,0% |
| Produtos químicos | Granel líquido - combustíveis e químicos | 1.264.656 | 1.336.755 | 1,0% |
| GLP | Granel líquido - combustíveis e químicos | 1.109.812 | 846.062 | 0,7% |
| Trigo | Granel sólido vegetal | 1.061.939 | 1.087.814 | 0,8% |
| Sal | Granel sólido mineral | 959.998 | 990.914 | 0,8% |
| Soda cáustica | Granel líquido - combustíveis e químicos | 906.478 | 914.221 | 0,7% |
| Produtos siderúrgicos | Carga geral | 586.570 | 704.911 | 0,5% |
| Amônia | Granel líquido - combustíveis e químicos | 348.329 | 271.176 | 0,2% |
| Veículos | Carga geral | 335.250 | 553.552 | 0,4% |
| Carga de projeto | Carga geral | 199.637 | 177.832 | 0,1% |
| Outros óleos vegetais | Granel líquido vegetal | 164.799 | 229.488 | 0,2% |
| Petróleo | Granel líquido - combustíveis e químicos | 148.581 | 151.160 | 0,1% |
| Carvão mineral | Granel sólido mineral | 130.664 | 23.617 | 0,0% |
| Caullm | Granel líquido - combustíveis e químicos | 44.872 | 47.653 | 0,0% |
| Minério de ferro | Granel sólido mineral | 28.839 | - | 0,0% |
| Outros | Outros | 165.643 | 3.869.984 | 3,0% |
| Total | - | 110.092.937 | 129.864.858 | 100% |

Fonte: BRASIL, 2019.

2.2.2 Projeção de Demanda

A projeção da demanda total do Complexo Portuário vai crescer em média 1,7% ao ano, começando de 110,3 milhões de toneladas, em 2016, para 280,1 milhões de toneladas, em 2060. A Figura 3 apresenta as principais características e resultados de projeção de demanda do Complexo Portuário de Santos, observa-se que a taxa média de crescimento ao ano para contêineres é de 2,1%.

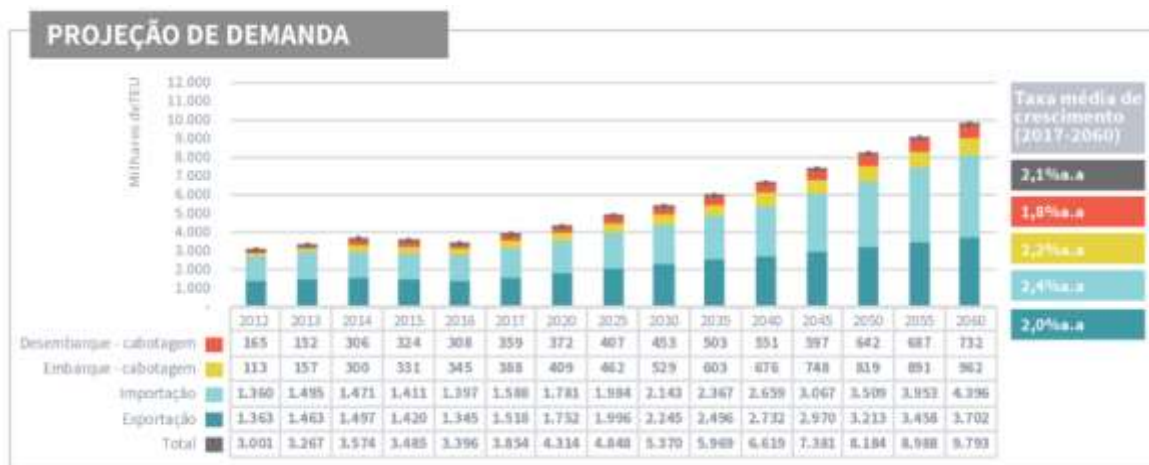
Figura 3: Resultados consolidados da projeção de demanda do Complexo Portuário de Santos.



Fonte: BRASIL, 2019.

Analisando este período, as cargas containerizadas terão o maior aumento, passando a representar 41% do total, em função do Estado de São Paulo ter uma grande produção de bens industrializados, com alto valor agregado, movimentada por contêineres. A Figura 4 apresenta a projeção de demanda em TEUs (TEU - *Twenty-foot Equivalent Unit* = unidade equivalente a um contêiner de 20 pés).

Figura 4: Projeção de demanda de contêineres.



Fonte: BRASIL, 2019.

A relação entre demanda e capacidade para os contêineres pode ser visualizada na Figura 5. É possível identificar que a projeção em 2060 será de 9.793 milhões de TEUs porém sua capacidade projetada será de apenas 8 milhões de TEUs, indicando, assim, que o complexo não operará com um nível de serviço considerado adequado conforme Plano Mestre de Santos (2019), com um déficit de 1,793 milhões de TEUs.

Figura 5: Demanda vs. capacidade de contêineres.



Fonte: BRASIL, 2019.

2.3 INFRAESTRUTURA LOGÍSTICA

Infraestrutura logística pode ser definida como o conjunto de meios que possibilitam o deslocamento de bens e de pessoas. É fundamental para a reunião de matérias-primas e demais meios capazes de viabilizar a produção de bens, assim como a distribuição desses produtos acabados para diferentes mercados.

As cargas movimentadas no Porto de Santos chegam e saem por meio dos modais rodoviário, ferroviário e hidroviário (marítimo e fluvial). Dessa forma, a demanda sobre os acessos terrestres às instalações é influenciada pela divisão das cargas entre esses modais de transporte.

2.3.1 Acesso Rodoviário

Segundo Plano Mestre de Santos (2019), o Porto de Santos tem como principais vias rodoviárias que o conectam à sua hinterlândia a SP-021, a SP-150 (BR-050) e a SP-160, conhecidas respectivamente, como Rodoanel Mário Covas – trechos sul e leste –, Rod. Anchieta e Rod. dos Imigrantes. Mais próxima ao Complexo encontram-se: a SP-055 (BR-101), denominada Rod. Pe. Manoel da Nóbrega, no trecho oeste, e Rod. Dr. Manoel Hyppolito Rego, no trecho leste, conforme Figura 6.

Figura 6: Localização das rodovias da hinterlândia do Complexo Portuário de Santos.



Fonte: BRASIL, 2019.

De modo geral, os pontos mais críticos em termos de acessos terrestres são os que se situam em áreas mais urbanizadas, característica prevalente nas vias que dão acesso direto às instalações do Complexo Portuário. Dessa maneira, a análise das vias do entorno portuário contempla os trajetos percorridos pelos veículos de carga a partir da interseção da Rod. Anchieta com a BR-101 até às instalações portuárias que se ramificam em margem esquerda e direita, conforme mostrado na Figura 7. Ressalte-se, para margem esquerda e para a direita, que o período da safra de grãos e a interferência gerada pelo tráfego conjugado de veículos de carga

com veículos de passeio são os principais causadores de atraso na chegada dos caminhões nos terminais.

Figura 7: Acessos rodoviários do em torno do Complexo Portuário de Santos.



Fonte: BRASIL, 2019.

Para o ano de 2060 é estimado que o modal rodoviário seja responsável por cerca de 49% das movimentações de carga do porto. O contêiner continua sendo a carga mais relevante no contexto rodoviário, representando cerca de 60% do total movimentado pelas rodovias.

2.3.2 Acesso Ferroviário

Segundo Plano Mestre de Santos (2019), o modal ferroviário é uma opção energeticamente mais eficiente para o escoamento das cargas, especialmente quando está associado a fluxos de grandes volumes e elevadas distâncias. Para o caso específico do Porto de Santos, a malha férrea de acesso ao complexo é concessionada à MRS, enquanto que as vias internas, as quais permitem o acesso aos terminais arrendados e de uso privado, são de responsabilidade da Portofer. Mesmo assim, o complexo é também influenciado por outras concessões ferroviárias, a saber: Rumo Malha Paulista, Rumo Malha Oeste, Rumo Malha Norte e Ferrovia Centro Atlântica, conforme Figura 8.

Figura 8: Malha ferroviária associada ao Complexo Portuário de Santos.



Fonte: BRASIL, 2019.

Para o ano de 2060 é estimado que o modal ferroviário seja responsável por cerca de 46% das movimentações de carga do porto. O açúcar mantém a sua predominância na ferrovia, representando cerca de 27% das movimentações por meio desse modal.

2.3.3 Acesso Hidroviário

Com a projeção de movimentação de cerca de 280,1 milhões de toneladas em 2060, o Porto de Santos necessita de um acesso que ajude a suprir o crescimento deste fluxo. O modal hidroviário é uma alternativa proposta e projetada pela Companhia Docas do Estado de São Paulo (Codesp), com a afirmação base de que não é possível o transporte de contêineres apenas em caminhões. Com este novo meio de transporte de carga, a intenção é que o mesmo garanta uma eficácia quanto à qualidade e prestação de serviços, diminuindo os impactos ambientais e

transtornos nos acessos já existentes, como o rodoviário. Em relação aos outros modais, a hidrovia traz vantagens em relação ao tempo, o diminuindo, assim como ocorre com os custos.

Serão aproximadamente 17 quilômetros de extensão, entre Cubatão e os terminais do Porto de Santos, se aproveitando da malha de rios navegáveis ilustrados na Figura 9. A maior consequência na execução desse acesso é a diminuição das filas de caminhões, no setor do agronegócio, que consiste em cerca de 43% da movimentação do porto.

Figura 9: Ilustração de 200 quilômetros de rios navegáveis de acesso ao Porto de Santos.



Fonte: PORTO DE SANTOS, 2018.

As etapas de conceito, avaliação, balizamento do canal, regramento da atividade e homologação pela Marinha já foram concluídos. As bases logísticas da hidrovia ficarão no Canal de Piaçaguera e Ponta da Praia. Meu objetivo é ver barcaças de até 350 contêineres cruzando o estuário, frisou Oliva. Também será possível fazer a travessia de uma margem à outra do porto. A próxima etapa será a publicação em breve no Diário Oficial para viabilizar o cadastramento dos interessados em utilizar o novo modal de transporte no Porto de Santos. “Fizemos nossa parte com o oferecimento da infraestrutura necessária, agora cabe ao meio empresarial aderir à iniciativa que cria uma opção inédita para transporte de cargas na região do Porto de Santos”, informou o presidente da Codesp. (INTERMODAL, 2018).

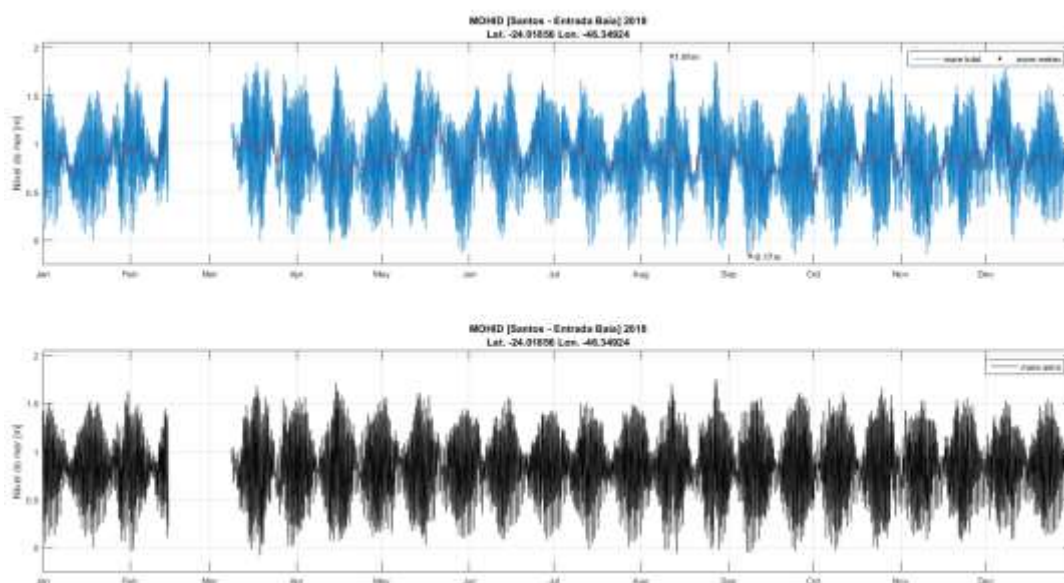
2.4 ASPECTOS MARÍTIMOS

Neste subcapítulo iremos abordar os aspectos marítimos considerado como parâmetros para dimensionar as obras de abrigo e posicionamento do terminal proposto, fornecidos pelo Núcleo de Pesquisa Hidrodinâmica (NPH) da Universidade Santa Cecília. Os resultados foram extraídos do modelo Hidrodinâmico 2D Barotrópico, para o ponto Santos – Entrada da Baía (Lat. -24.01856 Lon. -46,34924), e resultados do modelo de Ondas para o ponto Entrada Do Canal de Navegação (Lat. -24.04909 Lon. -46.35547), sendo o período analisado o de 2018.

2.4.1 Maré

De acordo com Silva (2013), as cotas das cristas dos cais de atracação são determinadas a partir do conhecimento da variação das marés. Problemas de morfologia costeira, difusão de rejeitos de águas poluídas, interferência com o tráfego e acostagem de navios podem ser pré-determinados através do estudo das correntes geradas pelas marés, assim como estas correntes estão passíveis a atingir velocidades que chegam a comprometer a navegação. Atividades de entrada e saída de portos, atracação e operações de carga e descarga podem depender de marés locais. Os dados relacionados à maré são valores que devem ser obtidos em campo, providos pelo NPH, conforme Figura 10.

Figura 10: Nível do mar (maré meteorológica e astronômica).



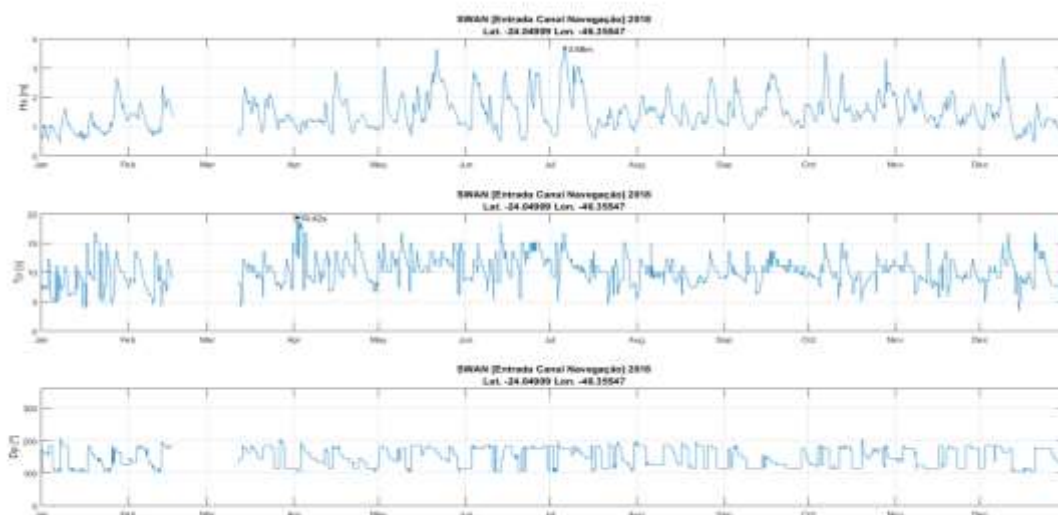
Fonte: NPH, 2019.

As marés astronômicas são exemplos de ondas longas, enquanto as marés meteorológicas são a diferença entre os níveis reais e os níveis previstos pela Tábua de Marés, sendo de suma importância para a navegação.

2.4.2 Onda

Segundo Silva (2013), as ondas proporcionam ações diretas ou indiretas, tais quais como a formação de correntes especiais e transporte de material sólido ao longo da costa, desta forma, no projeto de obras marítimas, o conhecimento da ação das ondas é de suma importância. O movimento de oscilação modificando-se em movimento de translação, pela influência do fundo, pode fazer com que grandes esforços sejam exercidos sobre as obras costeiras. A altura de onda também é necessária para a determinação da altura da plataforma de um cais ou certos tipos de quebra-mares. Os valores de onda também são aqueles captados no local a ser implantada a estrutura, conforme ilustra Figura 11.

Figura 11: Altura significativa da ondulação (H_s), período de pico (T_p) e direção de pico da ondulação (D_p).



Fonte: NPH, 2019.

3. PORTO DE SANTOS VS PORTO DE ROTERDÃ

3.1 O PORTO DE ROTERDÃ

O Porto de Roterdã se destaca nos rankings mundiais. Atualmente ocupa a 11^o posição em movimentação de contêineres, tendo movimentado 12.234.500 TEUs, em 2016. Sendo o porto mais importante da Europa, é a principal porta de entrada de mercadorias no continente e atende um mercado de mais de 500 milhões de consumidores (MOREIRA, 2017).

É capaz de receber os maiores navios do mundo, devido às suas grandes dimensões, e dali transferem as mercadorias para outros navios, para outras partes do mundo, e pela Europa adentro, por meio de ferrovias, rodovias e hidrovias que também atendem o porto.

Por ser um grande centro logístico, a área do Porto de Roterdã também conta com 5 refinarias e indústrias químicas, que usam o porto para receber matérias-primas e escoar suas produções. Além disso conta com grandes áreas de estocagem, caracterizando-se assim, como um *hub port* (porto concentrador).

3.1.1 História do Porto de Roterdã

Localizado na Holanda, o Porto de Roterdã existe desde o século 14, quando era apenas um pequeno porto de pescadores, situado no Rio Nieuwe Mass. Seu sucesso inicial se deu por volta de 1350, com a construção do canal Rotterdamse Schie. Isso permitiu que Roterdã se tornasse um centro de transbordo entre a Holanda, Inglaterra e Alemanha. Por volta da metade do século 19, Roterdã já era um dos maiores portos do mundo, principalmente por causa do crescimento do comércio entre Alemanha e Grã-Bretanha. Porém, o crescimento da movimentação marítima criou um problema de capacidade, pois existiam muitas derivações do rio principal e uma constante batalha contra o assoreamento do canal de acesso. Para revolver a situação, foi construído um canal chamado de Nieuwe Waterweg, em 1872, com uma extensão de 20 km e, a partir de então, o Porto de Roterdã nunca mais parou de se expandir (AXELOS, 2018).

Com o seu rápido crescimento, o Porto de Roterdã tornou-se o porto mais movimentado do mundo, com uma área de 12.606 ha, estendendo-se por uma distância de 42 km e atendendo

todos os modais de transporte, perdendo essa posição para portos asiáticos somente no século XXI.

3.1.2 Projeto Maasvlakte – Expansão do Porto de Roterdã

Devido a sua localização estuarina, o Porto de Roterdã se estendeu desde seu montante até sua jusante ao longo de seus anos de crescimento. Com isso, foi necessária uma obra grandiosa de expansão física para ser capaz de se manter competitivo em relação aos outros portos mundiais.

O porto tem contínuo investimento em obras de infraestrutura, dentre as quais: dragagem do canal e construções de túneis, novas avenidas e ferrovias que o conectam à sua hinterlândia. Porém, as obras de maior destaque nos últimos anos foram os projetos Maasvlakte e Maasvlakte 2 (Figura 12).

Figura 12: Área de Maasvlakte.



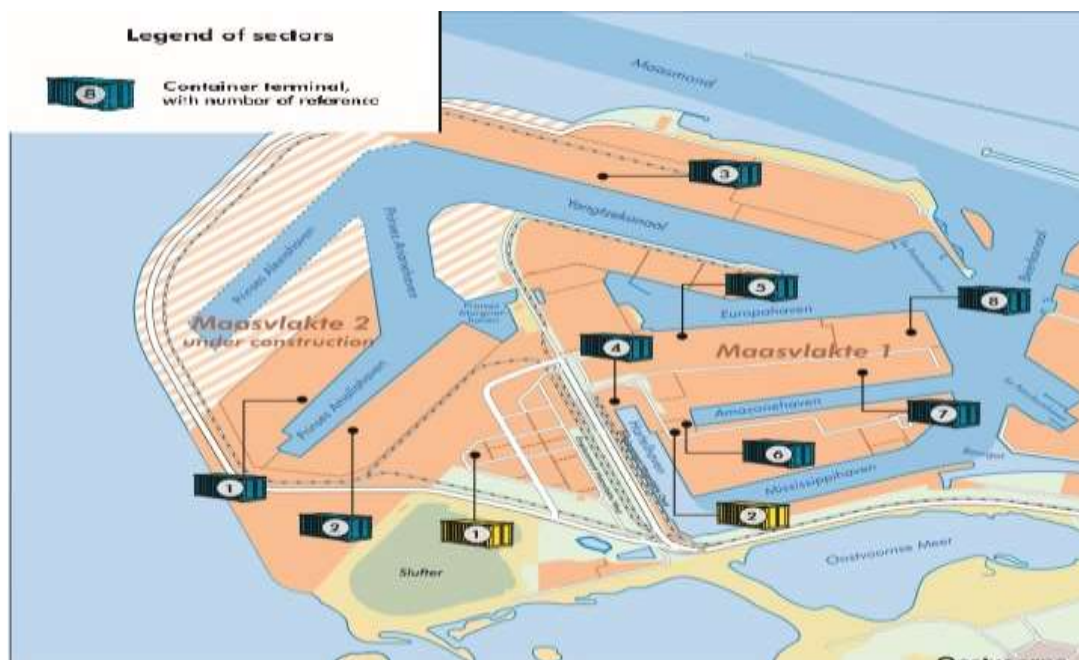
Fonte: ROTERDÃ, 2018.

A área do Maasvlakte, que depois viria a se expandir com o Maasvlakte 2, é uma obra de aterro realizada em área avançada no Mar do Norte, que conta com mais de 3.000 ha, o que a caracteriza como uma configuração de obra *offshore*. Essa nova área possibilita que navios com grandes calados possam frequentar Roterdã, devido à sua profundidade máxima de 25

metros. Nota-se, também, que com este tipo de obra, problemas como dragagem e ambientais são minimizados (MOREIRA, 2017).

A área de Maasvlakte foi projetada para atender principalmente carga containerizadas conforme Figura 13, que, excluindo o petróleo, é a de maior relevância nesse porto, correspondendo a cerca de 25% de toda a sua movimentação, sendo a que mais cresce atualmente. O espaço possui, no total, 8 terminais de contêineres capazes de receber algumas das maiores embarcações do cenário atual como, por exemplo, o MOL-Triumph, navio super porta-contêiner da armadora Mitsui O.S.K. Lines - MOL, com 400 m de comprimento (Length Overall - LOA), 58,8 m de largura (boca), 16 m de calado (draft) e capacidade para 20.170 TEUs (MOREIRA, 2017).

Figura 13: Mapa de terminais em Maasvlakte.



Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

Esses oito terminais possuem as seguintes características técnicas conforme quadro 3:

Quadro 3: Informações de terminais em Maasvlakte.

| | NOME | COMPRIMENTO DE CAIS (m) | PROFUNDIDADE DE (m) | ÁREA (ha) | CAPACIDADE (TEU) | GUINDASTES |
|------------|------------------------------|-------------------------|---------------------|------------|------------------|------------|
| TERMINAL 1 | Rotterdam World Gateway | 1.700 | 19,5 | 108 | 2.350.000 | 14 |
| TERMINAL 2 | APM Terminals Maasvlakte 2 | 1.500 | 19,65 | 86 | 2.700.000 | 10 |
| TERMINAL 3 | Euromax Terminal R'dam | 1.500 | 16,8 | 84 | - | 16 |
| TERMINAL 4 | Rotterdam Container Terminal | 400 | 10 | 17 | 500.000 | 3 |
| TERMINAL 5 | APM Terminals Rotterdam | 1.600 | 16,65 | 100 | 3.250.000 | 14 |
| TERMINAL 6 | Delta Container Services | 260 | 12 | 2,5 | 150.000 | 1 |
| TERMINAL 7 | ECT Delta Terminal | 3.600 | 16,65 | 265 | - | 38 |
| TERMINAL 8 | ECT Delta Barge Feeder Term. | 800 | 10,5 | 7,5 | - | 3 |
| | TOTAL | 11.360 | | 670 | 8.950.000 | 99 |

Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

3.2 SEMELHANÇAS ENTRE O PORTO DE SANTOS E O PORTO DE ROTERDÃ

3.2.1 Localização

Tanto o Porto de Santos quanto o Porto de Roterdã estão localizados em áreas muito semelhantes, ambas estuarinas. O porto brasileiro encontra-se no estuário de Santos e cresceu

de montante para jusante, atingindo o seu limite de expansão física há mais de 50 anos, devido às limitações impostas por áreas residenciais da cidade, as quais cresceram muito nas últimas décadas, em seu em torno, e hoje já são vizinhas da área portuária, o que gera transtornos para o porto, que tem dificuldades de crescer fisicamente, assim como para as residências, que são obrigadas a compartilhar seu espaço com a movimentação portuária, odores e barulhos (MOREIRA, 2017).

Já o Porto de Roterdã cresceu de montante para jusante do Rio Mass. Apesar de estar localizado em um país pequeno, Holanda (também conhecido como Países Baixos), o porto conta com uma área de 12.606 ha, valor muito superior comparado ao Porto de Santos, que ocupa uma área de 780 ha. Devido à sua localização muito próxima a áreas residenciais, Roterdã também enfrenta problemas com espaço físico para sua expansão. Por isso, construiu uma instalação *offshore*, conhecida como Maasvlakte, para que pudesse continuar a crescer e estar apto a receber os maiores navios do mundo.

3.2.2 Hinterlândia

O Porto de Santos está localizado no litoral do Estado de São Paulo, uma das áreas mais ricas do Brasil. As regiões sudeste e centro-oeste do país concentram as mais fortes indústrias de manufaturados, produtores de soja, laranjas, insumos, entre outros que utilizam o porto como forma de escoar suas produções. De todo o comércio internacional do estado paulista, 60% passam pelo Porto de Santos, conforme Figura 14. Devido a esse fato, Santos se mostra uma importante peça do comércio nacional e internacional (CODESP, 2018).

Figura 14: Hinterlândia Porto de Santos.



Fonte: CODESP, 2018.

Em comparação, o Porto de Roterdã, conforme a Figura 15, está localizado em uma área rica no norte da Europa, próximo à França, Bélgica e Alemanha. Devido à sua extensa cadeia logística, composta por redes rodoviárias, ferroviárias e hidroviárias esse porto é capaz de receber mercadorias que serão distribuídas por várias partes da Europa, o que o torna o mais importante da União Europeia (UE).

Figura 15: Ligações com o Porto de Roterdã.



Fonte: ROTERDÃ, 2018.

3.2.3 Representatividade no Continente

O Porto de Santos é o maior complexo portuário da América Latina. De acordo com o site oficial do Porto de Santos, sua hinterlândia primária concentra aproximadamente 50% do PIB nacional. Suas conexões se dão por uma ampla rede de rodovias, ferrovias e hidrovias, que representam a principal cadeia logística do país. Ocupava, em 2016, a 44ª posição no ranking mundial de movimentação de contêineres conforme Figura 16 (WORLD SHIPPING COUNCIL, 2018).

Figura 16: Ranking com o TOP 50 Portos de Contêineres do mundo.

TOP 50 WORLD CONTAINER PORTS

| Rank | Port | Volume 2016 (Million TEU) | Volume 2015 (Million TEU) | Volume 2014 (Million TEU) | Volume 2013 (Million TEU) | Volume 2012 (Million TEU) |
|------|------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 12 | Rotterdam, Netherlands | 12.38 | 12.23 | 12.30 | 11.62 | 11.87 |
| 44 | Santos, Brazil | 3.60 | 3.78 | 3.68 | 3.45 | 3.17 |

Fonte: WORLD SHIPPING COUNCIL, 2018.

O Porto de Roterdã é o principal complexo portuária da União Europeia, e atende aproximadamente um mercado de 500 milhões de pessoas e os maiores centros industriais da Europa. Ocupava, em 2016, a 12ª posição no ranking mundial de movimentação de contêineres (WORLD SHIPPING COUNCIL, 2018).

3.2.4 Necessidade de Expansão

Atualmente, o Porto de Santos conta com uma área de 7,8 milhões de metros quadrados, bastante inferior à de portos europeus que não são tão representativos como o de Santos, e encontra-se no limite de sua expansão física, devido à falta de espaço. As cidades de Santos e Guarujá expandiram suas áreas urbanas em volta da área portuária, o que hoje impossibilita que

o complexo portuário continue crescendo, exigindo alternativas para solucionar tal problema, uma vez que as projeções indicam que a demanda irá aumentar nos próximos anos.

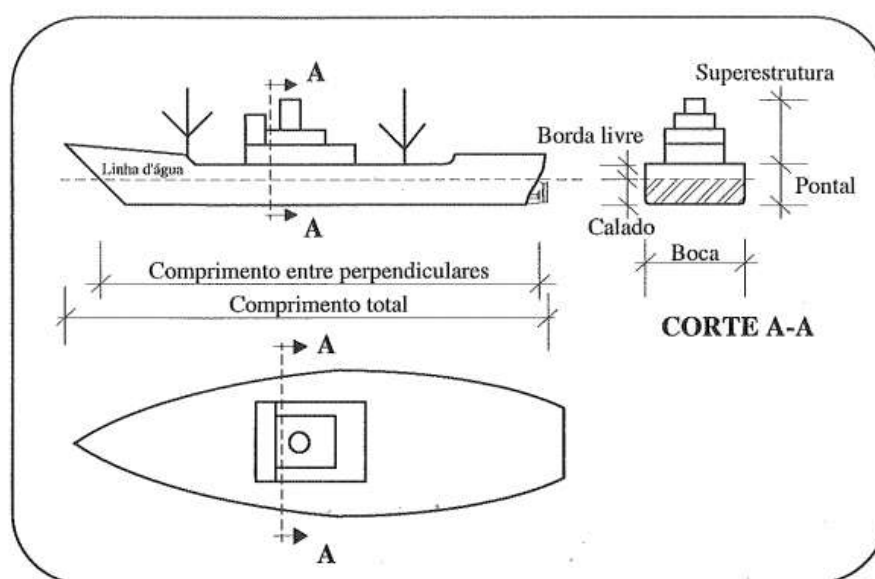
Com uma situação semelhante em Roterdã, onde o porto ficou sem área terrestre para sua expansão, os holandeses optaram pela construção de uma instalação *offshore*, chamada de “Maasvlakte”. Tal opção possibilitou a manutenção de sua competitividade em relação a outros grandes portos e continuasse a atender à demanda crescente do mercado que atende.

4. EMBARCAÇÕES

O planejamento e construção de uma obra com finalidade de garantir a operação do transporte aquaviário depende das características de dois elementos fundamentais: os veículos e os objetos neles transportados. Nesse capítulo serão abordadas algumas características das embarcações.

A definição das dimensões das embarcações são identificadas na Figura 17:

Figura 17: Principais dimensões de uma embarcação.



Fonte: SILVA, 2013.

4.1 TIPOS DE EMBARCAÇÕES

Segundo Silva (2013), os navios cargueiros têm características diferentes, segundo o tipo de carga que transportam e os portos em que operam.

a) Navio Convencional para Carga Geral: Transportam granéis sólidos como minérios, carvão etc. Sua forma de operação tem características específicas como baixa velocidade, praticamente não possuem equipamentos de carga e descarga, porões pouco divididos como os navios *tramps* (navios a frete).

b) Navios para Bandejas (*Pallets Ships*): Com aberturas laterais para o acesso de empilhadeiras aos porões e na parte interna possui rampas de acesso aos diversos conveses.

c) Navios Ro-Ro (*Roll-On/Roll-Off*): Com aberturas laterais na proa e/ou na popa para acesso de *trailers ou mafis* (semi-reboques) ao interior do navio. Também pode ser projetado para o transporte de outros tipos de carga, como contentores (contêineres) e líquidos a granel.

d) Navios Porta-Contentores ou Porta-Contêineres (*All Container Ships*): Feito para transportar contentores, com instalações para este fim. Sua forma de operação tem características específicas como alta velocidade, grande capacidade, operam entre grandes portos (*Hub Port*), onde transbordam a carga para navios menores (*Feeder Ships*).

Obs.: Os navios *feeder* são complementares à navegação de cabotagem (navegação costeira, num mesmo país ou em curtas distâncias). Os *feeders* (alimentadores) fazem a distribuição a partir de um porto escalado por navios de longo curso (*hub port*) para os demais portos da região, não escalados por esse serviço de transporte, e vice-versa.

e) Barças: São navios de fundo plano utilizados para transporte de carga em geral, geralmente rebocados ou empurrados por rebocadores.

f) Petroleiros: Os navios petroleiros são construídos com tanques. Exemplos deste tipo V.L.C.C. (*Very Large Crude Carriers e RD-Tanker*).

h) Graneleiros (*Bulk Carriers*): Tem grandes porões, com escotilhas que cobrem praticamente toda a área do mesmo, tanques laterais para os grãos, carga a granel ou lastro de água.

i) Navios Tipo *Panamax*: São utilizados para múltiplos usos como granéis líquidos ou sólidos, mas possuem uma característica diferente: suas dimensões permitem atravessar o canal do Panamá, ou seja, têm calado menor que 38 pés (11,6 metros) e boca menor que 32,2 metros.

k) Outros: Existem vários tipos de navios com finalidades específicas, como navios "propaneiros" (para transporte de Gás Liquefeito de Petróleo), para álcool, produtos químicos, para carvão, para vinho e muitos outros.

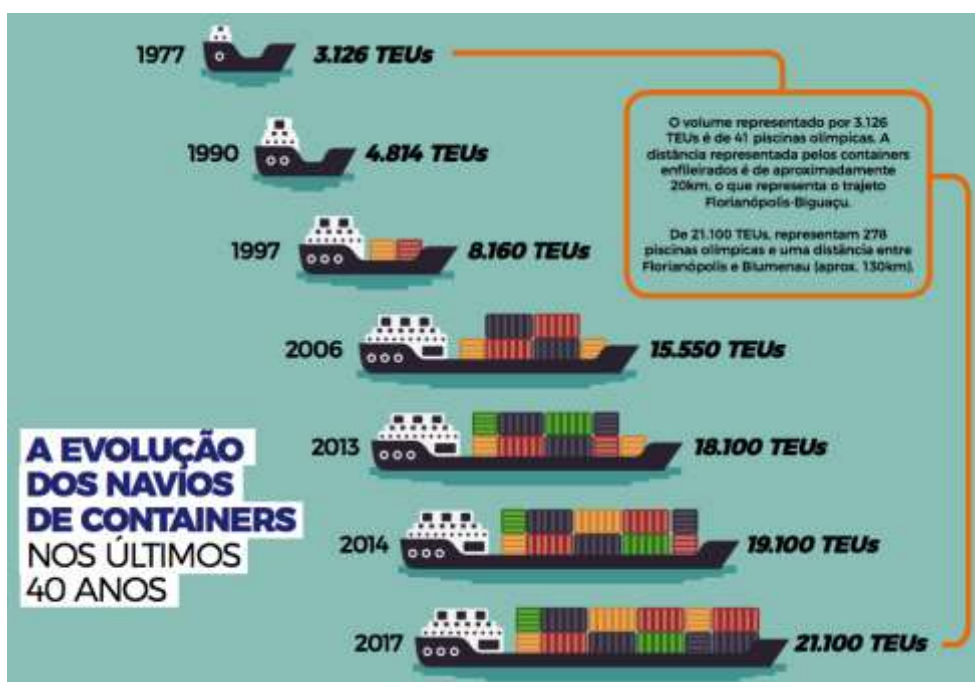
Neste trabalho serão enfatizados as seguintes embarcações:

- Maior Navio Porta-Contêineres em operação durante a elaboração do estudo;
- Navio *Feeder*; e
- Barças.

4.1.1 Evolução das Embarcações Porta-Contêineres

Com o crescimento populacional, é tendência que tudo que esteja envolvido para o abastecimento cresça junto, assim, os navios de carga ao longo dos anos têm recebido modificações, aumentando sua capacidade de volume de carga a fim de suprir tal mudança. As embarcações avançaram não só no tamanho como também na diminuição de poluentes como CO₂, na segurança, e tem como uma das consequências a diminuição do frete pelo transporte de mais carga por viagem. Comparando-se a década de 70 com a atual, houve um aumento de mais de 15 mil TEU no transporte de carga conforme Figura 18.

Figura 18: Evolução dos navios cargueiros.



Fonte: ENGEPLUS, 2018.

4.1.2 Maior Embarcação Porta-Contêineres do Mundo

Até 2017, o maior navio contêineiro do mundo era o Triple E, da Maersk, com capacidade de mais de 18,000 TEU, possuindo dimensão de 399,2 metros de comprimento e 59 metros de boca e 16 metros de calado. Ainda em 2015, a empresa estaleira Samsung Heavy Industries (SHI) juntamente com a Mitsui O.S.K Lines (MOL), lançaram o MOL Triumph

(Figura 19), sendo apenas um da série de quatro navios com capacidade de 20.170 TEU, possuindo dimensão de 400 metros de comprimento e 58,80 metros de boca e 16 metros de calado máximo. Atendendo as recomendações para diminuição de impacto ambiental, o navio é verde, possuindo uma vasta rede de equipamentos instalados auxiliando da economia de energia, sendo alguns destes: sistema de tratamento de água de lastro, hélice e depurador de gases de descarga. Não bastante, neste navio também é possível a utilização de gás LNG como combustível, excluindo a necessidade de óleo. Em números, o MOL Triumph, se comparado com navios de 8.000 TEUs, acarreta uma diminuição de emissão de carbono por contêiner em aproximadamente 50%, mantendo as mesmas dimensões do Triple E.

Figura 19: Navio MOL Triumph.



Fonte: GRUPO PORTAL MARÍTIMO, 2017.

4.1.3 Navios *Feeders*

Os navios *feeders* são menores, construídos para a realização de serviços de alimentação dos navios porta-contêineres de grande porte. São alimentadores de rotas secundárias que atuam

no transporte de contêineres provenientes das linhas de longo curso que chegam dos *hub ports* para os portos vizinhos. Sua dimensão é no máximo de 215 metros de comprimento, 25 metros de largura e calado de 11 metros, podendo chegar a 2.000 TEUs de capacidade. A característica mais importante desse navio é a dimensão, pois torna ele um navio flexível em relação aos grandes navios porta-contêineres, podendo trafegar facilmente em portos com menor movimentação de cargas e baixa profundidade. Devido essa flexibilidade, ele é uma opção viável aos armadores para navegação de cabotagem e rotas alternativas.

4.1.4 Barcaças

São navios de fundo plano utilizados para transporte de carga em geral, geralmente rebocados ou empurrados por rebocadores. Indicado para menores movimentações de cargas e em menores trechos. Ideal para transferir cargas do porto *offshore* para o Porto de Santos em terra.

Figura 20: Barcaça.

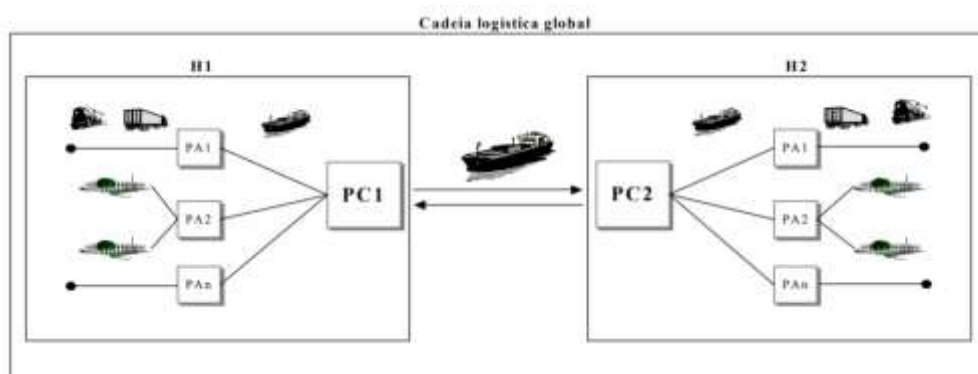


Fonte: DAMEN (2), 2019.

5. PORTO CONCENTRADOR (*HUBPORT*)

Conforme Figueiredo (2001), um *hub port* é um porto que concentra cargas oriundas de sua hinterlândia e do mercado internacional e trabalha de forma interligada com os subportos. Na importação, esse porto concentrador recebe a carga de portos internacionais para posteriormente redistribuir aos portos da hinterlândia e conseqüentemente ao seu destino final através de rodovias, ferrovias e hidrovias. Já no caso da exportação, ocorre o contrário, esse porto recebe cargas da sua hinterlândia e envia para outros portos internacionais. O transporte internacional, ou de longo curso, ocorre através de grandes navios porta containers, já o transporte de cabotagem acontece através de *feeders*, conforme Figura 21.

Figura 21: Cadeia logística global.



Legenda :
 PC - Porto concentrador
 PA - Porto alimentador
 H - Hinterlândia

Fonte: FIGUEIREDO, 2001.

Os *hub ports* são uma forma mais econômica que se encontrou de viabilizar o uso de grandes porta containers. Eles estão localizados normalmente em uma rota de grande movimentação e estão voltados para a operação de transbordo. Além disso, possuem grandes dimensões de pátios, profundidade elevada para permitir que as maiores embarcações consigam atracar e são capazes de receber vários navios simultaneamente.

Na América Latina, este é um tema de muita importância, uma vez que não há um sistema portuário interligado bem definido e ainda sim, é apontada como uma das regiões com maior potencial de crescimento econômico mundial.

5.1 CABOTAGEM

A cabotagem é a navegação entre portos do mesmo país, diferentemente da navegação de longo curso onde se percorrem longas distâncias para alcançar diferentes países. Este é considerado um modal promissor para o transporte de cargas no Brasil por vários motivos. Dentre eles, cita-se a extensa costa navegável do país, a localização próxima ao litoral de polos industriais e centros econômicos. Além disso, comparado ao transporte rodoviário e ferroviário, em termos de custo, capacidade de carga e menor impacto ambiental, a cabotagem se torna uma alternativa viável para compor a cadeia de suprimentos de diversos setores.

5.2 SANTOS COMO PORTO CONCENTRADOR (*HUB PORT*)

Algumas condições devem ser atendidas para que uma região seja apta ao papel de *hub port*, tais como: localização geográfica, presença no mercado internacional, infraestrutura física para acomodar grandes embarcações, apoio logístico e crescimento nas atividades portuárias. O Porto de Santos, além de possuir todas estas características, possui uma tendência à movimentação de transbordo, ou seja, a carga é desembarca nesta região para posteriormente ir para a destinação final, seja dentro do país ou fora. A região de Santos engloba uma área estrategicamente econômica por situar-se na região central do país, podendo facilmente ser interligada a outras, seja pela movimentação de carga via marítima ou então pelos seus outros acessos.

5.3.1 Estudo Analítico

Segundo Aversa (2005), foi proposto um estudo levando em conta onze portos da Costa Leste da América do Sul, estes servindo em demanda nacional em relação ao transporte de contêiner. Portos no Brasil, Argentina e Uruguai foram estudados, juntamente com possibilidade de origens/destino entre portos no mundo. Esta pesquisa teve base um modelo de

programação proposto por Campbell, referência no artigo, onde utiliza um modelo de programa integrado misto na localização de um *hub port* na Costa Leste da América do Sul.

O conhecido *hub-and-spoke* sistema se deu origem devido a necessidade de redução de custo juntamente com a necessidade de crescimento de escala na movimentação de cargas containerizadas. De acordo com Campbell, os hubs funcionam como centros distribuidores de cargas, sendo tanto origem quanto destino, com seus respectivos atributos analíticos, tais como: distância, tempo ou custo associado à movimentação.

Dentre os cinco modelos discutidos sobre o problema da localização de um terminal *offshore*, foi considerado o modelo P-HM, cujo qual leva em conta as adversidades médias existentes, um deles sendo também o número de hubs necessários para melhor custo-benefício. Após a definição do modelo, um fator importante a ser levado em consideração são os obstáculos que existem nesse transporte: administração de portos e taxas. Um outro aspecto importante é a diferenciação de preços entre contêineres vazios e cheios, entre 20 TEUs e 40 pés (FEU). É admitido que o custo único da movimentação marítima de 1 pé é o dobro de 1 TEU, pois o primeiro ocupa dois slots na embarcação. Para a pesquisa, as seguintes convenções foram adotadas para denominar os quatro tipos de contêineres: FCL_20: TEU cheio; EMP_20: TEU vazio; FCL_40: FEU cheio; EMP_40: FEU vazio.

Na elaboração deste programa, foram definidos, do ponto de vista da transportadora, parâmetros como restrições, decisões variáveis e função objetiva. Os índices levam em consideração preço de portos *feeders* na região estudada, indicam a área no mundo que agregam certas destinações, o status dos portos candidatos a *hubs*, tipo de contêiner e direção da carga, como importação e exportação. Os parâmetros principais que podem ser aplicados na fórmula desenvolvida na programação são, entre outros, o número de hubs que devem ser alocados e importação e exportação de um porto *feeder* para uma certa destinação com um tipo x de contêiner, dando origem à fórmula contida na Figura 22. Neste modelo de programação, a sequência de fórmulas pode ser estudada e vista melhor no artigo, onde cada resultado é interligado.

Figura 22: Índices e parâmetros utilizados na elaboração da fórmula contida no programa.

Indices:

f: indicates the feeder ports in the East Coast of South America, with $f = 1, 2, \dots, F$;

m: indicates the area in the world that aggregates certain destination ports, with $m = 1, 2, \dots, M$;

k: indicates the candidates to hub port status, with $k = 1, 2, \dots, K$;

c: type of container (as described above), with $c = 1, 2, 3$ and 4 ;

s: container flow direction (import or export), with $s = 1$ or 2 .

Parameters:

N: number of hub ports that must be allocated;

W_{fmc} : import or export(s) of an *f* feeder port, to an *m* destination, of a type *c* container;

Δ_f : multiplication factor allowing for a W_{fmc} flow variation of an *f* feeder port;

Q_{fmc} : is the W_{fmc} multiplication factor taking into account only the integer parcel, as can be seen in the following equation:

$$Q_{fmc} = \text{int}(\Delta_f * W_{fmc}) \quad (1)$$

Fonte: AVERSA, 2005.

Os dados utilizados neste modelo de programação foram obtidos através de pesquisas anteriores listadas nas referências. Portos *feeders* e *hub ports* são considerados como um único conjunto, expandindo o nível de análise. Nota: portos brasileiros não diferenciam custos entre TEU e FEU. Além de todas as informações contidas, outro fator importante foi a análise de custos de transportes rodoviários por contêiner entre feeder e hub portos. Em estudos anteriores, foi dado que para cada 1 quilômetro, 1 dólar é gasto. Nas Figuras 23 e 24 é possível ver os parâmetros de custos operacionais diários dos navios considerados no estudo, bem como o custo em dólar por unidade nos portos. O Porto de Santos é caracterizado pela sigla SSZ.

Figura 23: Fluxo de contêineres em portos da Costa Leste da América do Sul.

| Units | Import | | | | Export | | | | Full TEU | Empty TEU | Total TEU |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|-----------|-----------|
| | FCL_20 | FCL_40 | EMP_20 | EMP_40 | FCL_20 | FCL_40 | EMP_20 | EMP_40 | | | |
| SSZ | 41.021 | 26.037 | 1.678 | 1.661 | 40.371 | 20.175 | 2.328 | 7.523 | 173.816 | 22.374 | 196.190 |
| BLUE | 24.885 | 22.058 | 1.531 | 773 | 20.041 | 13.948 | 6.375 | 8.883 | 116.938 | 27.218 | 144.156 |
| SFS | 5.304 | 1.958 | 4.094 | 8.438 | 9.394 | 10.392 | 4 | 4 | 39.398 | 20.982 | 60.380 |
| RIG | 3.960 | 2.005 | 338 | 8.317 | 3.964 | 10.318 | 334 | 4 | 32.570 | 17.314 | 49.884 |
| PNG | 3.635 | 7.668 | 152 | 221 | 2.345 | 5.358 | 1.442 | 2.531 | 32.032 | 7.098 | 39.130 |
| RIO | 8.517 | 4.047 | 2.592 | 149 | 10.981 | 2.155 | 128 | 2.041 | 31.902 | 7.100 | 39.002 |
| SUA | 3.779 | 2.770 | 328 | 566 | 2.802 | 3.272 | 1.305 | 64 | 18.665 | 2.893 | 21.558 |
| SSA | 1.826 | 1.452 | 2.300 | 1.091 | 4.122 | 2.539 | 4 | 4 | 13.930 | 4.494 | 18.424 |
| FOR | 405 | 275 | 1.843 | 948 | 2.202 | 1.145 | 46 | 78 | 5.447 | 3.941 | 9.388 |
| MVD | 1.791 | 1.274 | 4 | 4 | 887 | 615 | 908 | 663 | 6.456 | 2.246 | 8.702 |
| SEP | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 24 | 24 | 48 |
| Total | 95.127 | 69.548 | 14.864 | 22.172 | 97.113 | 69.921 | 12.878 | 21.799 | 471.178 | 115.684 | 586.862 |

Source: Costa (2001).

EUR: Northern European ports (the Port of Rotterdam in The Netherlands is selected for distance calculation purposes). MED: Mediterranean ports (the Port of Genoa in Italy is selected for distance calculation purposes). AMN: Canada and US ports (except Gulf of Mexico). The Port of New York is selected for distance calculation purposes). CAR: Central America and Gulf of Mexico ports (the Port of Kingston in Jamaica is selected for distance calculation purposes). FOR: Port of Fortaleza. SUA: Port of Suape. SSA: Port of Salvador. RIO: Port of Rio de Janeiro. SEP: Port of Sepeitiba. SSZ: Port of Santos. PNG: Port of Paranaguá. SFS: Port of São Francisco do Sul. RIG: Port of Rio Grande. MVD: Port of Montevideo. BLUE: Port of Buenos Aires. FCL_20: full TEU. FCL_40: full FEU. EMP_20: empty TEU. EMP_40: empty FEU.

Maritime Economics & Logistics

Fonte: AVERSA, 2005.

Figura 24: Custo dólar por unidade.

| USS/unit Port code | Terminal handling charges | | | | Port dues | | | |
|-----------------------|---------------------------|--------|--------|--------|-----------|--------|--------|--------|
| | FCL_20 | FCL_40 | EMP_20 | EMP_40 | FCL_20 | FCL_40 | EMP_20 | EMP_40 |
| EUR | 96.00 | 120.00 | 48.00 | 60.00 | 5.00 | 5.00 | 2.50 | 2.50 |
| MED | 125.00 | 155.00 | 62.50 | 77.50 | 5.00 | 5.00 | 2.50 | 2.50 |
| AMN | 415.00 | 550.00 | 207.50 | 275.00 | 75.00 | 100.00 | 37.50 | 50.00 |
| CAR | 100.00 | 125.00 | 50.00 | 62.50 | 5.00 | 5.00 | 2.50 | 2.50 |
| FOR | 135.91 | 135.91 | 67.96 | 67.96 | 47.11 | 47.11 | 23.56 | 23.56 |
| SUA | 108.94 | 108.94 | 54.47 | 54.47 | 47.57 | 47.57 | 23.79 | 23.79 |
| SSA | 138.40 | 138.40 | 69.20 | 69.20 | 52.35 | 52.35 | 26.18 | 26.18 |
| RIO | 143.67 | 143.67 | 71.84 | 71.84 | 28.79 | 28.79 | 14.40 | 14.40 |
| SEP | 124.93 | 124.93 | 62.47 | 62.47 | 20.57 | 20.57 | 10.29 | 10.29 |
| SSZ | 166.57 | 166.57 | 83.29 | 83.29 | 27.43 | 27.43 | 13.72 | 13.72 |
| PNG | 127.23 | 127.23 | 63.62 | 63.62 | 52.38 | 52.38 | 26.19 | 26.19 |
| SFS | 109.07 | 109.07 | 54.54 | 54.54 | 40.85 | 40.85 | 20.43 | 20.43 |
| RIG | 146.52 | 146.52 | 73.26 | 73.26 | 37.77 | 37.77 | 18.89 | 18.89 |
| MVD | 130.00 | 150.00 | 65.00 | 75.00 | 15.00 | 15.00 | 7.50 | 7.50 |
| BUE | 120.00 | 140.00 | 60.00 | 70.00 | 15.00 | 15.00 | 7.50 | 7.50 |

Source: GEIPOT (2000).

Fonte: AVERSA, 2005.

O modelo foi executado com o Sistema Geral de Modelagem Algébrica (GAMS) com os algoritmos de resolução CPLEX e OSL, para modos lineares. Incluindo 11 portos *feeders* como já mencionado, 4 regiões consideradas (EUR, MED, AMN e CAR), 4 tipos de contêineres como o FCL_20 e restantes e duas direções de fluxo: importação e exportação, o programa contém 3.883 decisões variáveis e 4.225 restrições. Foi conclusão que o Porto de Santos é a melhor solução otimizada, com um custo total de 295 milhões de dólares.

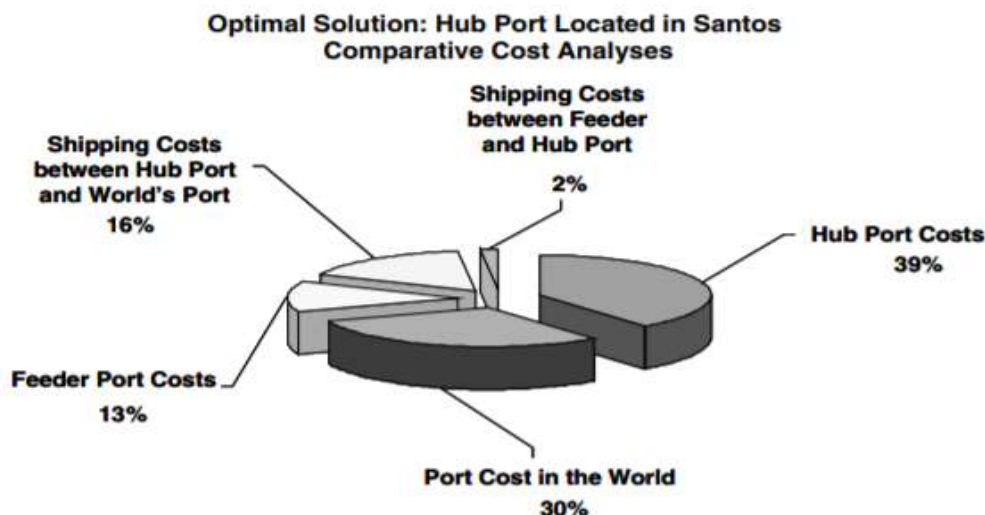
Analisando as Figuras 25 e 26, é possível destacar os custos em relação à sua área e sua respectiva porcentagem. Destaca-se que 30% dos custos totais são relacionados aos *feeders* e 70% são referentes ao custo das principais vias, que são o transporte das cargas para outras regiões mundiais.

Figura 25: Custos da solução otimizada: Porto de Santos.

| | Costs | 10 ⁶ US\$ | % |
|-----------|--------------------------------------|----------------------|-----|
| Feeder | Feeder port costs | 37.3 | 13 |
| | Shipping costs (feeder- to hub port) | 5.1 | 2 |
| | Hub port costs | 45.3 | 15 |
| | Total feeder costs | 87.7 | 30 |
| Main line | Hub port costs | 71.3 | 24 |
| | Shipping costs (hub to world region) | 48.1 | 16 |
| | World region port costs | 87.9 | 30 |
| | Total main line costs | 207.3 | 70 |
| | Total costs | 295.0 | 100 |

Fonte: AVERSA, 2005.

Figura 26: Comparativo de custo do hub port localizado em Santos.



Fonte: AVERSA, 2005.

No cenário a que diz respeito ao número de *hub ports*, $N=1$, ou seja, alocando um *hub port* é a solução mais eficaz. Analisando diversos cenários como a redução em aproximadamente 10% no custo de *feeder* e cabotagem, é possível chegar ao valor atingido de 201 milhões de dólares se o caso fosse a implantação de 11 *hub ports*, possibilitando uma redução total final de até 31.8%, como mostra a Figura 27.

Figura 27: Resultados dos cenários.

| Decrease in shipping costs | | | | | | | |
|----------------------------|---------------------|--------------|------------|--------------------------------|--------------------------|----------------------|-----------|
| Scenario | Number of hub ports | Mainline (%) | Feeder (%) | Decrease in total port costs % | Total cost US\$ millions | Decision Hub port(s) | Savings % |
| Actual_1 | $N=1$ | — | — | — | 295 | Santos | — |
| S_1_I | $N=1$ | 12 | 13 | — | 288 | Santos | 2.3 |
| SP_1_I | $N=1$ | 12 | 13 | 36 | 201 | Santos | 31.8 |
| S_1_II | $N=1$ | 21 | 20 | — | 283 | Buenos Aires | 3.9 |
| SP_1_II | $N=1$ | 21 | 20 | 34 | 202 | Santos | 31.5 |
| | $N=2$ | — | — | — | 251 | Santos | 14.8 |
| | | | | | | Buenos Aires | |
| S_2_I | $N=2$ | 12 | 13 | — | 244 | Santos | 17.3 |
| | | | | | | Buenos Aires | |
| SP_2_I | $N=2$ | 12 | 13 | 22 | 201 | Santos | 31.8 |
| | | | | | | Buenos Aires | |
| S_2_II | $N=2$ | 21 | 20 | — | 240 | Santos | 18.7 |
| | | | | | | Buenos Aires | |
| SP_2_II | $N=2$ | 21 | 20 | 20 | 201 | Santos | 31.9 |
| | | | | | | Buenos Aires | |
| | $N=11$ | — | — | — | 202 | all | 31.7 |

Fonte: AVERSA, 2005.

Tendo como base fatores de fluxos de tráfego, custos de envio, custos de transporte, taxas, custos de vários de carga, entre outros, esta pesquisa teve como fundamento prover uma ferramenta de decisão para um porto aspirante a *hub*. Alguns ajustes são necessários posteriormente como outros parâmetros mais específicos e regionais, como infraestrutura, possibilidade de acomodação de navios maiores, mudanças nos fluxos do comércio, entre outros, sendo alguns abordados mais em breve no restante deste trabalho.

6. PROPOSTA DE LOCALIZAÇÃO PARA UM TERMINAL *OFFSHORE*

Neste capítulo serão apresentados a localização e os motivos para a escolha de proposta de expansão para o Porto de Santos por meio de um terminal de contêineres *offshore*.

6.1 CARACTERÍSTICAS DE UM PORTO *OFFSHORE*

Um porto *offshore* é caracterizado principalmente por estar situado longe da costa, em alto mar. O exemplo mais comum desse tipo de porto são as plataformas de extração de petróleo, pelas reservas estarem nas áreas profundas dos oceanos. Em comparação com Portos *Onshore* – instalações dentro da área do continente -, possuem custo elevado, pois suas instalações são feitas em terra, e posteriormente embarcadas, gerando um gasto extra de transporte e logística, dependendo do modelo da estrutura a ser realizada. Considerações referentes à fatores de risco, como os ambientais, também são importantes.

Início desse tipo de porto teve origem em meados de 1998, através da empresa Cargill, para sanar a necessidade da importação de fertilizantes de Tampa, Flórida, para o distrito de Kutch, na Índia. Rozy Pioneer foi o nome dado à primeira instalação *offshore*, cuja qual flutuava a cinco milhas da costa, aproximadamente 8 quilômetros, em águas profundas que permitiam o acesso de navios Panamax, embarcações de grande porte na época que transitavam apenas pelo Canal do Panamá. As cargas eram descarregadas em balsas menores para distribuição em solo. Além da solução do calado possibilitando a chegada de produto para uma área agrícola tão importante como a Índia, esta estrutura *offshore* era extremamente eficiente na questão de energia, com uma redução de 70% de uso comparado ao equipamento de descarga utilizado em solo (Cargill, 2018).

Devido à sua localização ser afastada da costa, é obrigatório a execução de proteções reforçadas, como as obras de abrigo, pelo fato de a maré ser forte e impetuosa quanto maior é a profundidade. Portanto, para um estudo da viabilidade de implantação de uma estrutura deste tipo, levantamentos a respeito da maré, batimetria, força das ondas, entre outros, devem ser executados.

Saindo do ponto de vista físico, quando se aborda a questão de viabilidade, alguns indicadores compõem sinais que apontam tendências para a realização de porto concentrador

de carga, sendo alguns destes: geoeconômico; infraestrutura, espacial; expansão; modais diversos; arranjos de instalações; logístico; político; entre outros (Porto de Santos, 2010).

6.2 CARTAS NÁUTICAS

De acordo com a Marinha do Brasil, as cartas náuticas são documentos elaborados através do levantamento de qualquer área que seja navegável, tendo como base a Projeção de Mercator, indicando detalhes específicos destas áreas como quaisquer obstáculos, fornecendo auxílio para navegação, com detalhes tais como: área de fundeio, profundidade, faróis, boias, bancos de areia, correntes marítimas, linha de costa, entre outros.

A região de Santos é contemplada pelas cartas náuticas de número 1711, 1712 e 1713, disponíveis no site da Marinha do Brasil, no Centro de Hidrografia. Para elaboração desta pesquisa, foi utilizada a carta de número 1711 – Proximidade do Porto de Santos, conforme Figura 28, pois a mesma contempla toda a área de interesse.

Figura 28: Carta Náutica 1711 – Proximidade do Porto de Santos.



Fonte: MARINHA DO BRASIL, 2019.

6.3 DEFINIÇÃO DA LOCALIZAÇÃO

Em concordância com o que foi analisado nos capítulos anteriores, vimos que hoje no Porto de Santos não temos profundidade suficiente no canal de acesso para as novas grandes embarcações e que nossa capacidade nos próximos anos será menor que a demanda solicitada. Com isso a proposta para a expansão do porto é de um terminal *offshore*, que garantirá uma profundidade ideal, realizando operações de longo curso e cabotagem tanto para importação quanto para exportação.

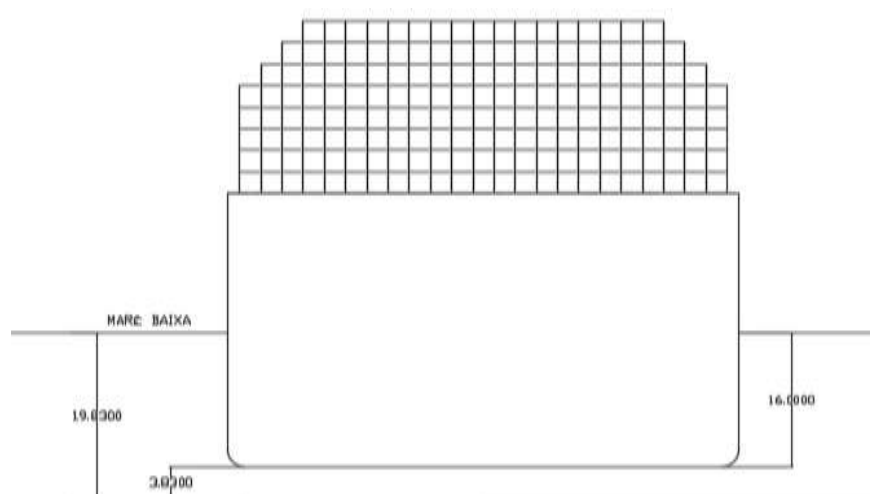
6.3.1 Profundidade

Como uma simplificação matemática, é comum estabelecer uma relação mínima de 1,10 entre profundidade-calado para determinação da profundidade do canal de acesso (ALFREDINI, 2014).

Para a determinação da profundidade do acesso ao terminal *offshore* foi considerado como navio modelo o MOL TRIUMPH, que possui um calado de 16 metros. Sendo assim, a profundidade necessária no canal de acesso será de 17,60 metros. Uma vez que a área escolhida para o canal de acesso possui uma profundidade de 20 metros e o cais de acostagem de navios está em uma faixa com profundidade de aproximadamente 22 metros, conclui-se que a profundidade mínima simplificada obtida a partir das referências bibliográficas está sendo atendida.

Na Figura 29, apresenta-se um corte para exemplificar as cotas de níveis para o navio modelo navegando em área com profundidade média de 20 metros em uma situação de maré baixa, que é o momento mais crítico na operação.

Figura 29: Corte exemplificando navio atravessando o canal de acesso.



Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

6.3.2 Localização

A localização escolhida para o futuro terminal *offshore* é próximo à costa do Guarujá, entre a Ponta do Monduba e a área de fundeio número 4 como mostra a Figura 30.

Figura 30: Proposta de localização do terminal offshore.



Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

Este é um local que atende a profundidade mínima exigida para as áreas de navegação do terminal que foi definida anteriormente como 17,60 metros. Permitindo, assim, que navios com grandes calados possam atracar no terminal.

Um ponto também importante envolve a área de fundeio. Foi estudado um local que não afetasse essa área de atracação pois poderia gerar muitos obstáculos e mais estudos com relação ao tema. Portanto, os navios que atracarão no terminal *offshore* também poderão usar a mesma área de fundeio já existente hoje.

Existe também uma área militar na costa, que é o Forte dos Andradas. Apesar de não ser utilizada para guerras nos dias atuais, é importante que se preserve a visão que se tem do mar a partir dessa praia. Portanto o novo terminal está locado em uma área que não bloqueia a visão que se tem a partir desta praia.

Por último, foi considerado a questão turística. Uma área portuária pode afetar as questões de balneabilidade nas praias próximas e desvalorizar a área, além de interferir na vista da natureza que se tem a partir das praias. Portanto foi escolhido para o terminal um local que não possuísse grande movimento turístico. Apesar de estar situado próximo à costa e poder ser visto a partir de algumas praias do Guarujá, como a Praia do Tombo e a Praia da Enseada, o terminal estará afastado pelo menos 5 quilômetros na faixa de areia, diminuindo, assim, os possíveis impactos gerados nessas áreas conforme Figura 31.

Figura 31: Proposta de localização do terminal offshore.

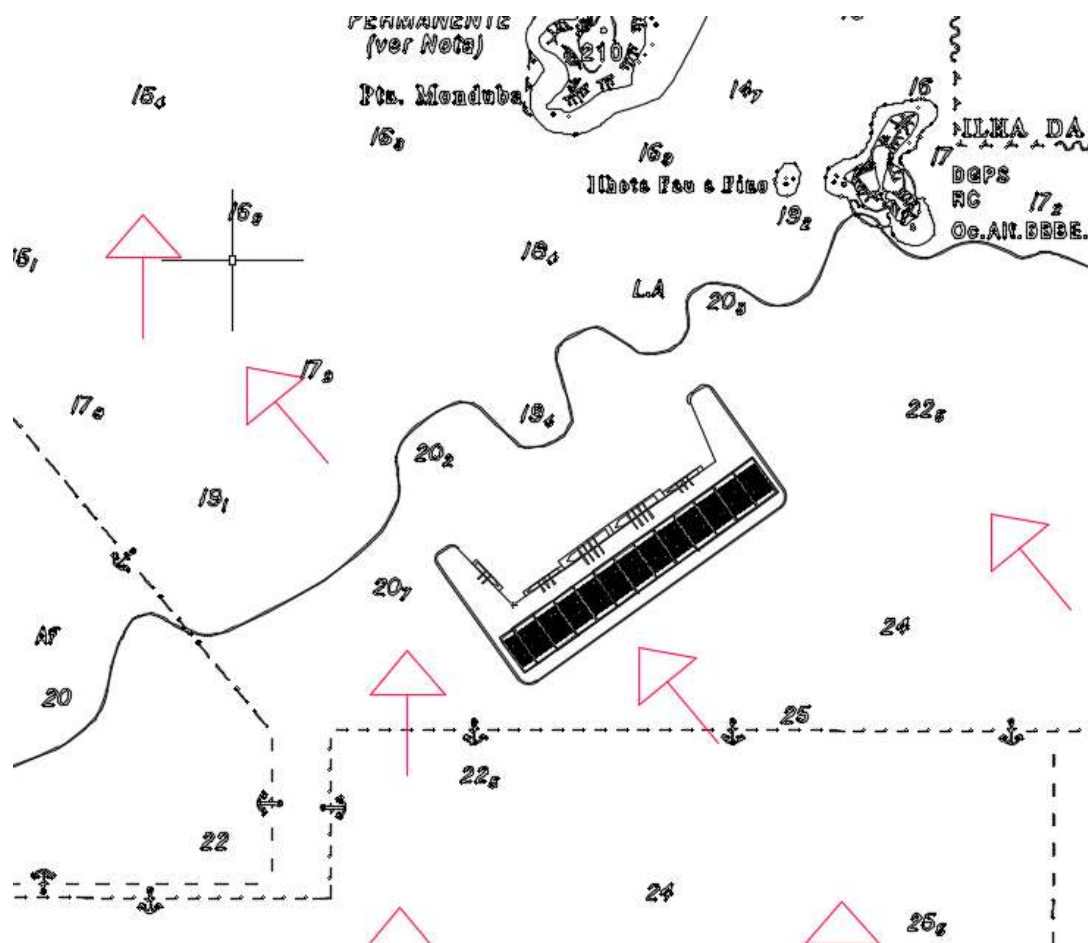


Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

6.3.3 Posicionamento

Em conformidade com a Figura 32, o posicionamento do terminal *offshore* foi definido com base no sentido das ondas e marés, para que o canal de acesso e os berços não tenham presenças de grandes ondulações, prejudicando a atracação dos navios na hora do embarque e desembarque de contêineres, possíveis choque de navios com o terminal e dificuldades nas operações dos portêineres.

Figura 32: Posicionamento do terminal offshore.



Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

Além disso, foi sugerido pelo Prático Fabio Mello Fontes, que o braço de terminal mais afastado da costa fosse maior em relação ao do outro lado, para garantir águas calmas na área de atracação dos navios, uma vez que outros portos possuem problemas com águas agitadas que podem fazer com que os cabos de amarração estourem. Todavia é necessário um estudo mais amplo que defina com exatidão as dimensões de braço necessárias para manter as águas calmas.

7. ESTIMATIVA DE DIMENSIONAMENTO PARA O TERMINAL *OFFSHORE*

Neste capítulo são abordados parâmetros utilizados para determinação de dimensões necessárias para o melhor uso de espaço da instalação *offshore*.

7.1 O TERMINAL *OFFSHORE*

Neste subcapítulo são apresentadas dimensões necessárias que irão atender a demanda projetada para 2060.

7.1.1 Capacidade Estática e Dinâmica de Contêineres

O terminal proposto neste capítulo foi pré-dimensionado para atender a demanda de contêineres para rotas de longo curso e cabotagem. Conforme já mostrado no Capítulo 2, o déficit de capacidade para o Porto de Santos em 2060 é de 1,793 milhões de TEUs.

A Tabela 1 mostra as 10 principais rotas de cabotagem de contêineres no Brasil no ano de 2001. Observa-se que as principais rotas eram de grandes distâncias, pois em distâncias menores, o modal rodoviário possui vantagem econômica e diminui a rentabilidade da navegação. A distância mínima apresentada é de 955 milhas, entre Santos e Salvador.

Tabela 1: Principais Rotas para Cabotagem.

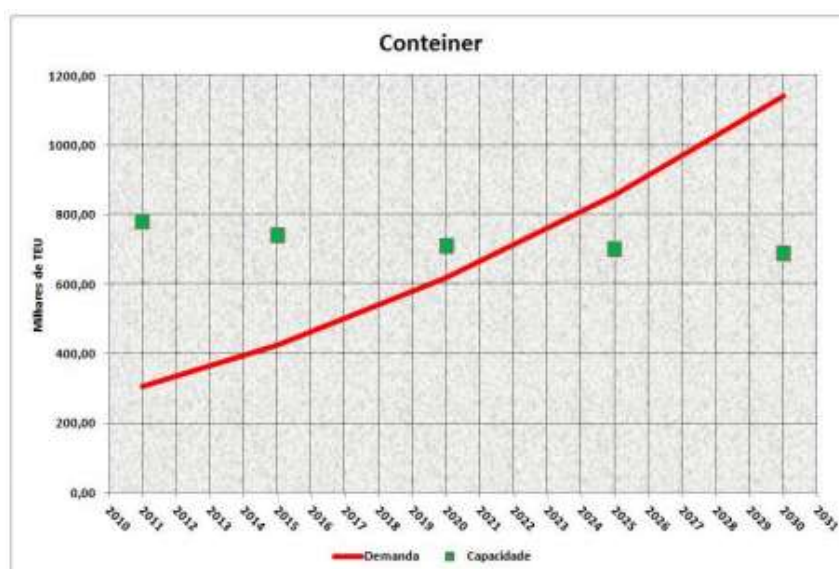
| ORIGEM | DESTINO | TEU | DISTÂNCIA |
|------------|-----------|-------|-----------|
| Manaus | Santos | 7.212 | 3.496 |
| Santos | Manaus | 6.961 | 3.496 |
| Rio Grande | Fortaleza | 5.793 | 2.511 |
| Rio Grande | Recife | 4.853 | 2.091 |
| Santos | Suape | 4.836 | 1.411 |
| Salvador | Manaus | 4.054 | 2.541 |
| Manaus | Sepetiba | 4.011 | 3.336 |
| Rio Grande | Salvador | 4.007 | 1.635 |
| Salvador | Santos | 3.309 | 955 |
| Rio Grande | Suape | 3.306 | 2.091 |

Fonte: ANTAQ, 2001.

Partindo disso, definimos que os portos brasileiros que realizarão operações de cabotagem com o Porto de Santos serão os Portos de Manaus, Suape e Salvador.

De acordo com o Plano Mestre do Porto de Manaus (2013), a projeção de demanda versus capacidade até o ano de 2030 para contêineres é mostrada na Figura 33, observa-se que haverá um déficit de capacidade de 450 mil TEUs. Projetando este valor para o ano 2060 com a porcentagem de crescimento em 2,1% ao ano (projeção de crescimento do Porto de Santos) e considerando que a capacidade do porto não irá aumentar, temos o valor de déficit de aproximadamente 1,5 milhões de TEUs.

Figura 33: Contêineres – Demanda vs Capacidade – Porto de Manaus.



Fonte: LABTRANS, 2013.

Em concordância com o Plano Mestre do Porto de Suape (2012), a projeção de demanda versus capacidade até o ano de 2030 para contêineres é mostrada na Figura 34, observa-se que haverá um déficit de capacidade de 650 mil TEUs. Projetando este valor para o ano 2060 com a porcentagem de crescimento em 2,1% ao ano e considerando que a capacidade do porto não irá aumentar, temos o valor de déficit de aproximadamente 1,5 milhão de TEUs.

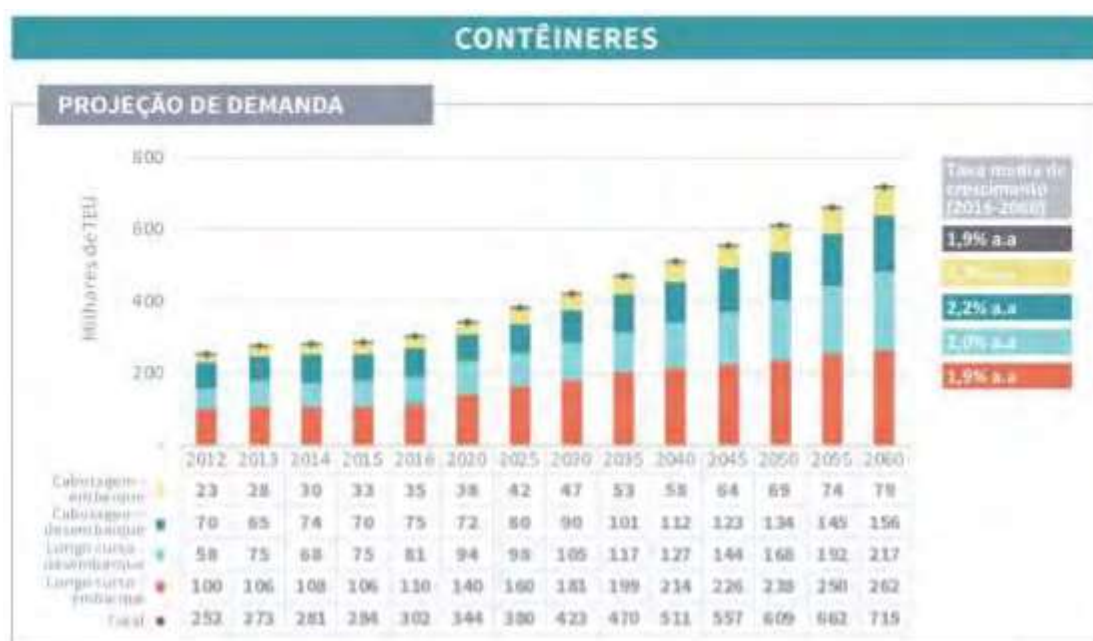
Figura 34: Contêineres – Demanda vs Capacidade – Porto de Suape.



Fonte: LABTRANS, 2012.

Segundo o Plano Mestre do Complexo portuário de Salvador e Aratu-Candeias (2018) a capacidade hoje do complexo é de 530 mil TEUs, a projeção de demanda até o ano de 2060 para contêineres é mostrada na Figura 35, considerando que a capacidade do porto não irá aumentar, temos o valor de déficit de aproximadamente 185 mil de TEUs.

Figura 35: Contêineres – Projeção de Demanda – Porto de Salvador.

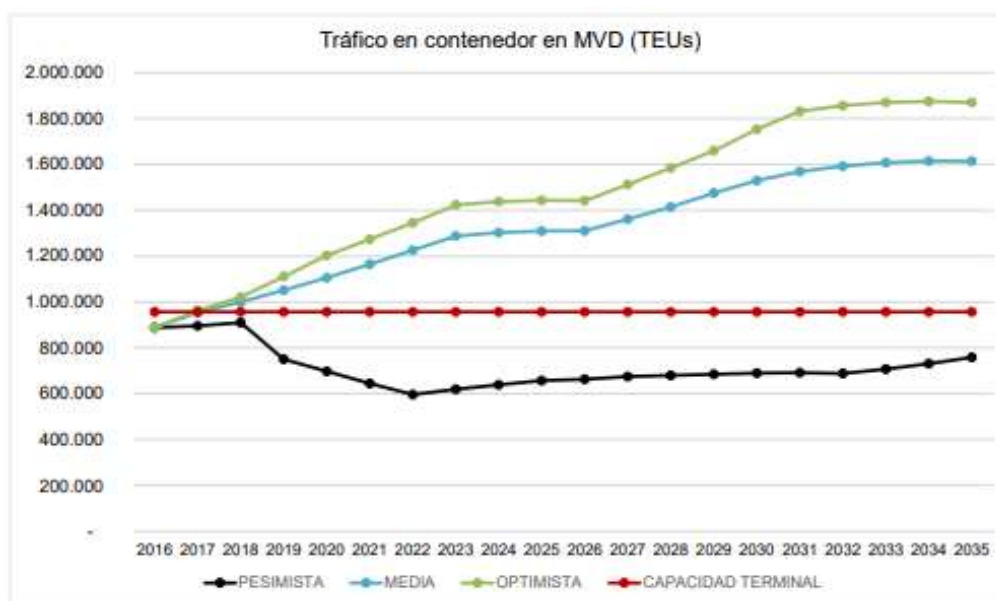


Fonte: BRASIL, 2018.

Também foram incluídos para a estimativa os Portos de Buenos Aires e de Montevidéu, ambos se localizam a uma distância aceitável para rota de cabotagem e as projeções das atividades de exportação desses portos com portos brasileiros irão aumentar fortemente, tornando o Porto de Santos uma excelente opção para estas movimentações.

Conforme Estudo Preliminar para um Plano Mestre do Sistema Nacional de Portos do Uruguai (2016), a projeção de demanda versus capacidade até o ano de 2035 para contêineres é mostrada na Figura 36, observa-se que haverá um déficit de capacidade de 600 mil TEUs. Projetando este valor para o ano 2060 com a porcentagem de crescimento em 2,1% ao ano e considerando que a capacidade do porto não irá aumentar, temos o valor de déficit de aproximadamente 1,7 milhões de TEUs.

Figura 36: Contêineres – Demanda vs Capacidade – Porto de Montevidéu.

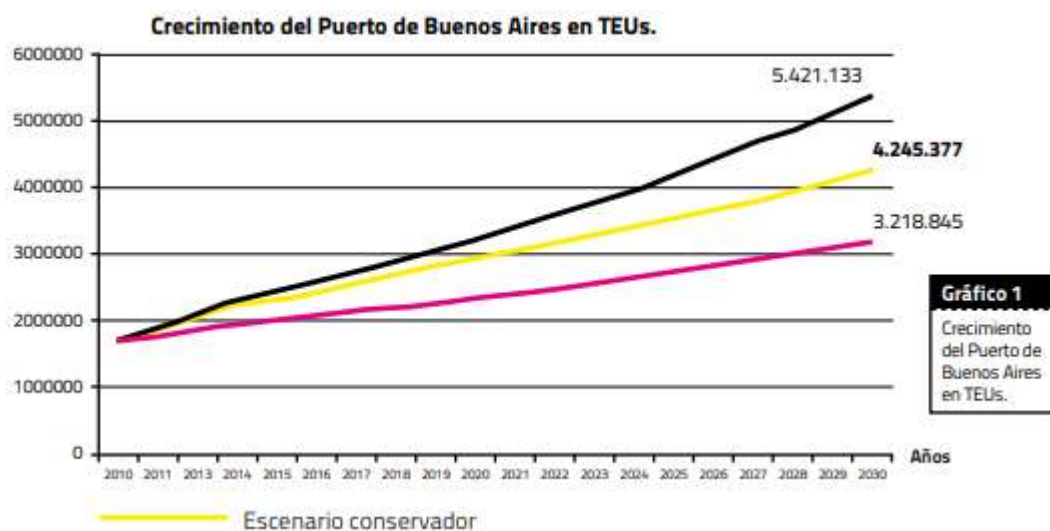


Fonte: URUGUAY, 2016.

De acordo com a área de Transportes do Governo da Argentina (2018), o Porto de Buenos Aires possui hoje a capacidade de 1,4 milhões de TEUs e até o ano de 2030 haverá uma expansão de capacidade, ficando em torno de 2,7 milhões de TEUs. Conforme o Plano Estratégico para o Portos do Buenos Aires (2013), a projeção de demanda até o ano de 2030 para contêineres é mostrada na Figura 37, o plano médio de demanda é de 4.245.377 milhões de TEUs, pode-se observar que haverá um déficit de capacidade de aproximadamente 1,5 milhões de TEUs. Projetando este valor para o ano 2060, com a porcentagem de crescimento

em 2,1% ao ano, e considerando que a capacidade do porto não irá aumentar, temos o valor de déficit de aproximadamente 5 milhões de TEUs.

Figura 37: Contêineres – Demanda – Porto de Buenos Aires.



Fonte: BUENOS AIRES, 2013.

Após a análise desses valores, os portos indicados e seus déficits para o ano de 2060 serão considerados com a porcentagem de 50% para a capacidade do terminal *offshore*. Projetou-se que o terminal *offshore* terá capacidade estática de 151,2 mil TEUs e capacidade dinâmica anual de 6,8 milhões de TEUs, que atenderia o déficit de capacidade do Porto de Santos e 50% do déficit dos demais porto relacionados no ano citado.

Além disso, foi informado pela CODESP, que para receber um navio de grande porte, nesse caso o MOL TRIUMPH, que possui uma capacidade de 20.150 TEUs, o terminal deve estar preparado para receber uma carga estática com o dobro do valor, no caso 40.300 TEUs. Isso se deve para o caso de o navio ter um desembarque de carga completo e em seguida um embarque de cargas na sua total capacidade. Portanto, estimando uma capacidade estática de 151,2 mil TEUs, a instalação estaria preparada para receber duas embarcações de grande porte com 20.150 TEUs, outras duas de menor porte com até 4.850 TEUs e uma barça ou navio de pequeno porte simultaneamente.

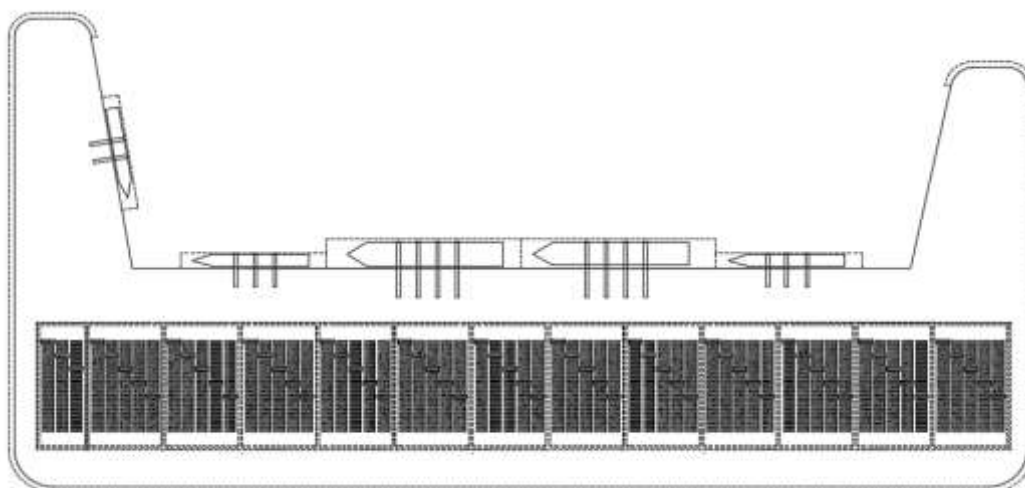
7.1.2 Área

A estimativa da área foi feita através da comparação do Terminal Santos Brasil já existente no Porto de Santos.

Considerando que hoje, o Terminal Santos Brasil possui uma área de 60 ha para uma capacidade estática de 48 mil TEUs, é possível estimar uma área proporcional de aproximadamente 180 ha para comportar uma capacidade estática de 151,2 mil TEUS, como foi dimensionado no item anterior.

Essa área seria o suficiente para alocar todo o pátio de armazenagem, além todas as instalações administrativas e de infraestrutura do terminal, de acordo com Figura 38.

Figura 38: Proposta do Terminal Offshore.



Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

7.1.3 Berço de Atracação

De acordo com a Agência de Transportes Aquaviárias (ANTAQ), berço de atracação define-se como um espaço no cais, entre os cabeços de amarração, em que o navio pode atracar para operar, embarcar e desembarcar cargas, em segurança.

Conforme Alfredini (2014), o dimensionamento de um berço de atracação é composto por duas medidas: comprimento e largura. A determinação da largura do berço deve ser 25%

maior que a largura de boca no navio, que é a sua largura máxima. Já para o comprimento, deve ser 25% maior que o comprimento do navio.

7.1.4 Comprimento de Cais

No terminal *offshore*, serão estimados a construção de dois berços para super porta contêineres destinados a navegação de longo curso. Serão adicionados mais dois berços para navios menores destinados a cabotagem e navegação entre países mais próximos. Além disso, será necessário mais um berço para barcas ou navios de pequeno porte para atender a carga movimentada entre o terminal *offshore* e o continente. Todos os cinco berços estarão aptos a operar simultaneamente.

com relação ao maior berço de atracação, foi considerado como navio modelo o MOL TRIUMPH que possui 400 metros de comprimento e 64 metros de largura. Portanto o comprimento do berço deverá ser de 500 metros e a largura de 80 metros.

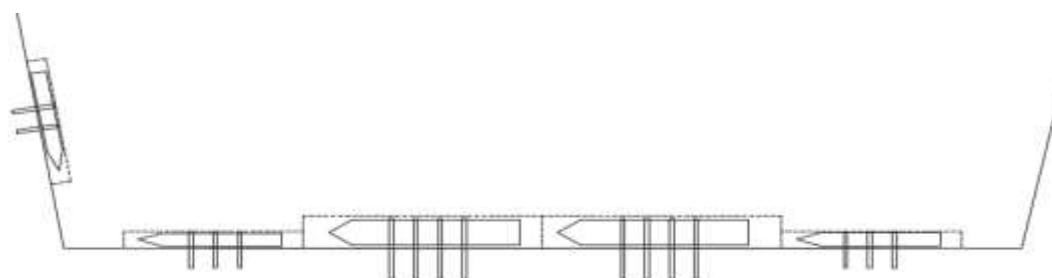
Ainda, considerando o berço que atenderá a pequenas embarcações destinadas a fazer conexão com o Porto de Santos, foi considerado uma embarcação com 250 metros de comprimento e 33 metros de boca. Sendo assim, o berço de atracação deverá ter no mínimo 312,5 metros de comprimento e 42 metros de comprimento.

Para o berço de atracação de tamanho intermediário, foi considerado um navio modelo Panamax, que possui tipicamente 300 metros de comprimento e 33 metros de largura. Com isso, pode-se dimensionar um berço de 375 metros de largura e 42 metros de comprimento.

Como o terminal terá cinco berços, será necessário um comprimento de cais para acostagem de no mínimo 1.750 metros. Sugere-se inicialmente um comprimento total de 2,6 mil metros, capaz de atender a medida de comprimento mínima e ainda possíveis embarcações que prestarão serviços ao terminal (transporte de colaboradores e visitantes, autoridades, etc.). Além disso, o terminal possuirá, ainda, aproximadamente mil metros de cais acostável para futuras expansões.

A Figura 39 apresenta um esboço dos berços distribuídos na extensão do cais e toda a extensão do cais acostável.

Figura 39: Proposta do Cais Acostável.



Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

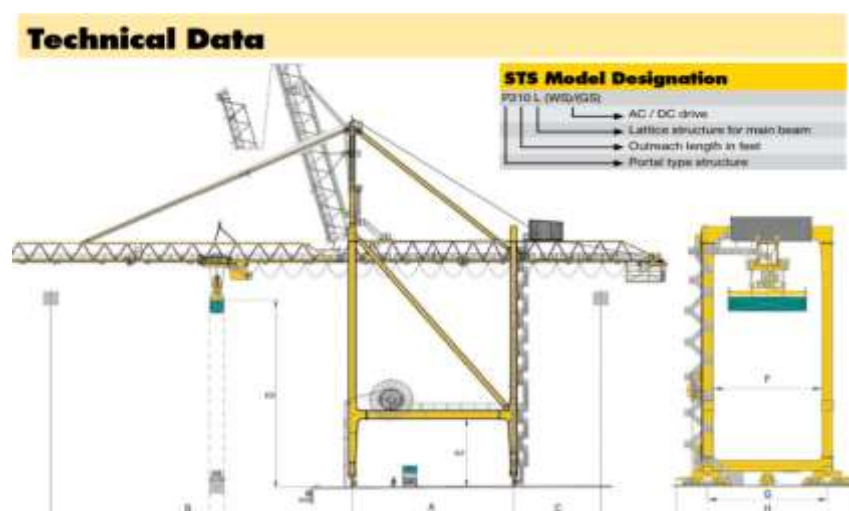
7.1.5 Equipamentos

Neste subcapítulo serão abordados os principais equipamentos utilizados na operação de contêineres.

7.1.5.1 Portêineres

O portêiner (ou *Ship to Shore* – STS, em inglês) é um equipamento composto por uma lança em balanço equipada com um trilho que guia o volume conforme Figura 40. É utilizado na área portuária, realizando operações de embarque e desembarque de contêineres em navios atracados no cais.

Figura 40: Proposta de Portêineres.



Fonte: FATECID, 2019.

Os portêineres são classificados de acordo com seu tamanho conforme informado a seguir:

Panamax: são capazes de operar em navios que possuem tamanho que permitam cruzar o Canal do Panamá, geralmente com 12 fileiras de contêineres da largura e podem içar a carga a uma altura entre 24 metros e 30 metros dependendo do modelo;

Post-Panamax: operam navios maiores que a capacidade do Canal do Panamá suporta, geralmente possuem entre 13 e 18 fileiras;

Super Post-Panamax: operam os maiores navios em atividade atualmente, com 22 ou mais fileiras de contêineres, além de serem capazes de elevar a carga a uma altura entre 30 metros e 49 metros.

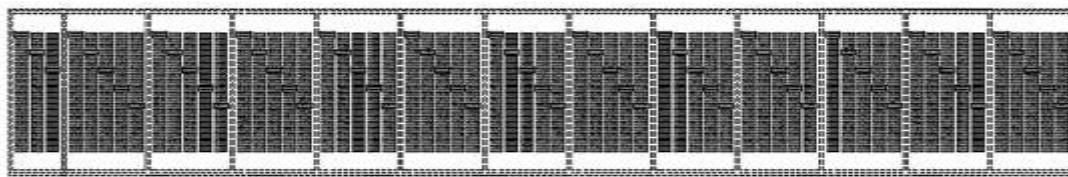
O terminal *offshore* foi pré-dimensionado para possuir três portêineres (*ship to shore - STS*) do tipo Panamax em cada um dos berços menores do cais, que são direcionados para atender navios desse porte. Além de mais dois portêineres do mesmo porte para atender o berço destinado a barcaças ou navios de pequeno porte.

Além desses, cada um dos maiores berços possuirá quatro portêineres do tipo Super Post-Panamax, que serão responsáveis por atender os maiores navios atualmente em operação no mundo.

7.1.5.2 Transtêineres

O transtêiner é um equipamento desenvolvido para movimentação de containers, carregamento e descarregamento de carretas. O equipamento pode ser projetado para atender a uma ampla gama de formas e dimensões, oferecendo diferentes configurações para o empilhamento e o enfileiramento de contêineres. Os transtêineres são mais comumente encontrados em docas secas, mas também podem ser instalados dentro de galpões. No terminal *offshore* serão necessários 63 transtêineres que capazes de trafegar em um vão de 10 fileiras de contêineres, como mostrado na Figura 41.

Figura 41: Proposta de Transtêineres.



Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

7.1.6 Praticagem

Em conformidade com o que foi discutido com o Prático Fabio Mello Fontes, que orientou a pesquisa sobre a questão de manobras dos navios para acessar o terminal proposto, serão necessários dois rebocadores permanentes no terminal para auxílio nas manobras.

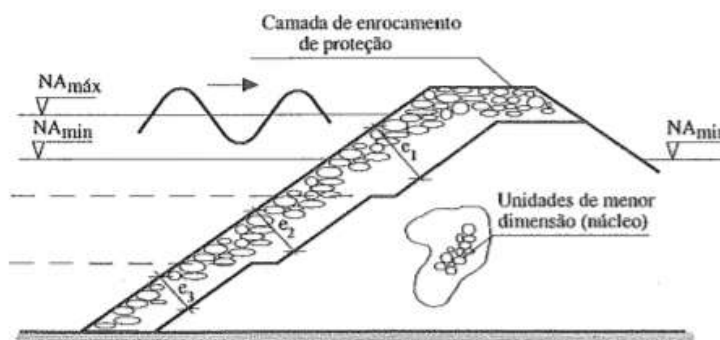
Ainda, foi comentado que a localização e o formato do terminal não tem nenhum impacto negativo sobre a manobrabilidade e segurança das embarcações.

7.2 OBRAS DE ABRIGO E PROTEÇÃO

Para o *hub port* em estudo, foi considerado um quebra-mar de paramento inclinado, conforme ilustra Figura 42, e, de acordo com Silva (2013):

O fenômeno que ocorre é semelhante ao da ruptura de uma onda em um fundo de profundidade decrescente, em condições naturais. O problema, a princípio, pode ser analisado como o processo natural, mas deve considerar ainda a rugosidade do enrocamento, que faz com que parte da energia da onda seja dissipada por atrito ou turbulência (SILVA, 2013).

Figura 42: Detalhe da camada de proteção de uma obra de proteção de paramento inclinado.



Fonte: SILVA, 2013.

Dentre as opções para os blocos de concreto no enrocamento, foi escolhida a opção do bloco tetrápode, conforme Figura 43 e Segundo Guimarães (2015):

O bloco é constituído em concreto maciço, disposto de um eixo central, com quatro cones alongados (patas) e arredondados, distribuídos igualmente a 120° no espaço. Estas patas facilitam a conexão entre os blocos, tornando a estrutura mais estável. O centro de gravidade do tetrápode encontra-se na união das quadras “patas”, o que dificulta o balanço e o rolamento. A utilização destes blocos diminui consideravelmente a energia das ondas e o nível da água que ultrapassa pelos vazios. Com isso, a agitação das ondas num porto torna-se inferior se comparada ao mar aberto, sendo este tipo de bloco indicado para zonas onde a agitação marítima é mais energética e em locais profundos (GUIMARÃES, 2015).

Figura 43: Quebra-mar com concreto tetrápode.

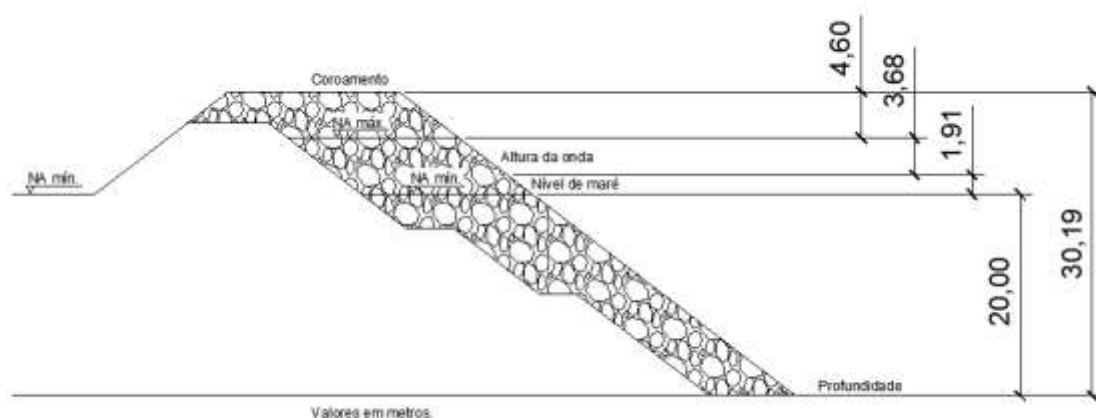


Fonte: <https://wallhere.com/pt/wallpaper/838497/> (Acesso em: 02/05/2019 as 16hrs).

Ainda conforme Silva (2013), a cota de coroamento do talude deve estar pelo menos a $5/4$ de A acima do nível de repouso da preamar máxima. Sendo dimensionada de acordo com a

amplitude da onda. Este valor A foi tido como 3,68 metros por ser altura total de onda conforme coleta de dados exibido na Figura 10 no capítulo 2.4.1, bem como nível de maré considerado foi de 1,91 metros, retirado da Figura 11 no capítulo 2.4.2. Portanto, a cota de coroamento é de 4,60 metros. A profundidade considerada foi de acordo com a localização do *hub port* na Carta Náutica. Desta forma, temos que a altura total do talude é de 30,19 metros. O resultado obtido foi como mostra a Figura 44.

Figura 44: Resultados obtidos após cálculo.



Fonte: ELABORAÇÃO PRÓPRIA.

Levando em consideração a proporção do talude no lado do mar na Figura 45, por ser uma região de alta profundidade, já que H considerado como 20,00 metros é maior do que 2 vezes a altura de onda, resultando em 7,36 metros, a altura será de 30,19 metros e largura de 15,095 metros. No lado de atracação, na área abrigada, a obra de proteção será constituída por parede vertical, sendo este cais acostável permitindo a operacionalidade da estrutura.

Figura 45: Inclinação recomendada do talude.

- **LADO DO MAR**

Baixas profundidades ($H < 2A$) - 5:1 ou 10:1

Médias profundidades ($H = 2A$) - 3:1 ou 3,5:1

Altas profundidades ($H > 2A$) - 2:1 ou 1,5:1

No lado do porto, o talude pode ser da ordem de 1:1.

Fonte: SILVA, 2013.

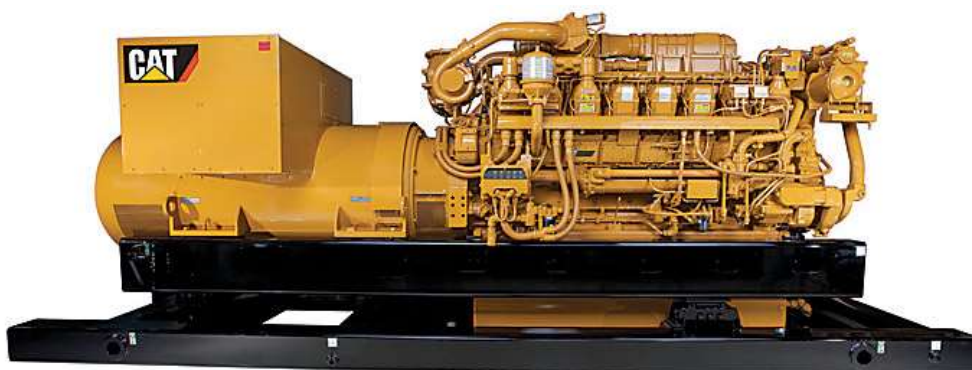
Além da obra de abrigo contra a ação do mar, foi sugerido pelo Prático Fábio que fosse construído um muro com uma altura de aproximadamente 6,50 metros para proteger as embarcações atracadas contra as ações de vento, que podem fazer com que os navios balancem demais e estourem as cordas de atracação. Todavia, é necessário um estudo mais amplo sobre a necessidade, dimensão e localização do mesmo.

7.3 INFRAESTRUTURA

7.3.1 Abastecimento de Energia

Para este *hub port* ficar de fato operacional, é necessário fonte de energia, porém, também é importante citar que quanto mais independente for esta estrutura, melhor. Convencionalmente são utilizados motores movidos a diesel, motores a gás ou cabeamento subterrâneo. No caso, a solução adotada como abastecimento é a de geração de energia por meio de motores a diesel, como feito convencionalmente em plataformas de petróleo *offshore*, por sua facilidade de implementação e opções existente no mercado. Esta energia é destinada ao abastecimento desde o maquinário até áreas de vivência. Empresas como CAT, entre outras, fornecem estes geradores que podem ter a capacidade de produção de 1100 kW.A até 9360 kW.A de acordo com a demanda estabelecida, como mostra Figura 46.

Figura 46: Detalhe de um gerador de energia a diesel fornecido pela empresa CAT.



Fonte: CATERPILLAR, 2019.

7.3.1.1 Energia Maremotriz

Como forma de complementação do abastecimento de energia, em 2018 pesquisadores da Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia (COPPE), da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) desenvolveram uma usina de ondas, instalada no quebra-mar do Porto de Pecém, em Fortaleza, conforme Figura 47. A previsão é de que serão geradores 100 quilowatts, energia suficiente para atender a 60 famílias. Este sistema ainda está em desenvolvimento, porém é uma solução que pode ser adotada futuramente. Seu funcionamento é baseado da movimentação de ondas, mas também oferece a possibilidade de geração de energia através da movimentação das marés.

Figura 47: Usina de ondas no Porto de Pecém.



Fonte: PENSAMENTO VERDE, 2014.

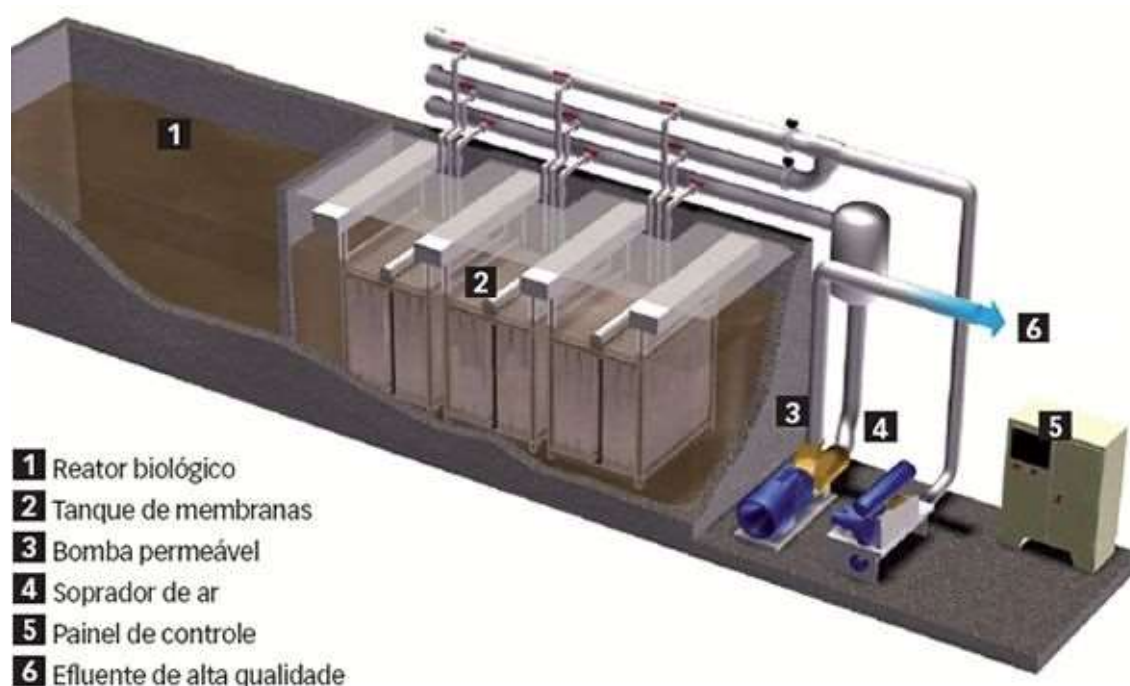
7.3.2 Esgoto

O descarte de esgoto produzido por uma estrutura *offshore* pode ser feito de três maneiras: descarga no mar, injeção subterrânea ou encapsulamento e, descarga *onshore*. A opção por incineração também é viável, porém raramente praticada. No entanto, antes de

ocorrer esse descarte, é necessário que haja um tratamento. Ainda focando na independência da estrutura em questão, uma solução para este tratamento são os biorreatores à membrana (MBR) que servem tanto para o tratamento de esgoto quanto para reuso de água. Apesar de seguir alguns parâmetros de plataforma de extração de petróleo, é importante ressaltar que os resíduos produzidos por este *hub port* são consideravelmente menores em volume e agressividade, por se tratar de outros tipos de máquinas e fontes de rejeitos.

De acordo com MAESTRI (2007), o biorreator degrada a matéria orgânica e mineral enquanto a membrana separa fases líquida sólida. Este MBR, complementa os métodos tradicionais de tratamento, pois, é necessário que o efluente passe por um tratamento primário que seria a retirada de materiais grosseiros como pedras e outros. De acordo com a PINI (2012) e Renato Rosseto: “Inserindo as membranas dentro do processo e não só complementando, tem-se um efluente de elevada qualidade sempre constante.” Desta forma, é um equipamento passível de ser instalado diretamente na estrutura, de acordo com a Figura 48.

Figura 48: Esquema de um MBR.



Fonte: PINI, 2012.

7.3.3 Abastecimento de Água Potável

Tratando-se do abastecimento de água potável, dentre as opções, a mais adequada é a dessalinização da água do mar através do processo de osmose reversa. Este processo consiste na retirada de sais e minerais da água, ideal para a instalação do *hub port* afastado da costa, utilizando desta técnica que pode ser facilmente implantada na área do terminal, suprimindo a necessidade do consumo nas instalações, por meio de sistema containerizado, ao exemplo do fornecido pela empresa Vodaflo, conforme Figura 49. Alguns aspectos deste sistema são, fornecidos pelas empresa: sistema de osmose reversa sob medida, soluções montadas em contêineres, automação inteligente e acesso remoto e, processo livre de cloro.

Figura 49: Sistema containerizado para purificação de água.



Fonte: PORTAL TRATAMENTO DE ÁGUA, 2019.

7.3.4 Movimentação de Pessoas

Em relação ao transporte de pessoas para este hub port, há dois meios: marítimo e aéreo. Dentre as duas opções, o marítimo foi escolhido por ser de fácil acesso, comportar mais passageiros e logística. Detalhadamente, há a opção de utilização de barcas, tendo exemplo da empresa Damen, fundada em 1927. A Damen possui uma embarcação destinada à passageiros,

esta sendo a Barca Rápida 3209, conforme Figura 50, possuindo a capacidade de transporte de até 294 passageiros, com todas as acomodações necessárias para as pessoas durante o trajeto.

Figura 50: Barca Rápida 3209 da empresa Damen.



Fonte: DAMEN, 2019.

Por mais que a movimentação de pessoas seja, na maioria, por barcaças, o terminal estará apto a receber helicópteros que eventualmente necessitem se direcionar ao terminal.

7.3.5 Acomodações

Todas as acomodações e áreas de vivência devem seguir as normas NR 30 – Segurança e Saúde no Trabalho Aquaviário, em adendo com a Norma NR 24 – Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho. Para o terminal em estudo, se sugere que as áreas administrativas e de vivência sejam construídas em concreto e alvenaria, uma vez que a instalação será permanente e ampla, devido ao tamanho da instalação portuária.

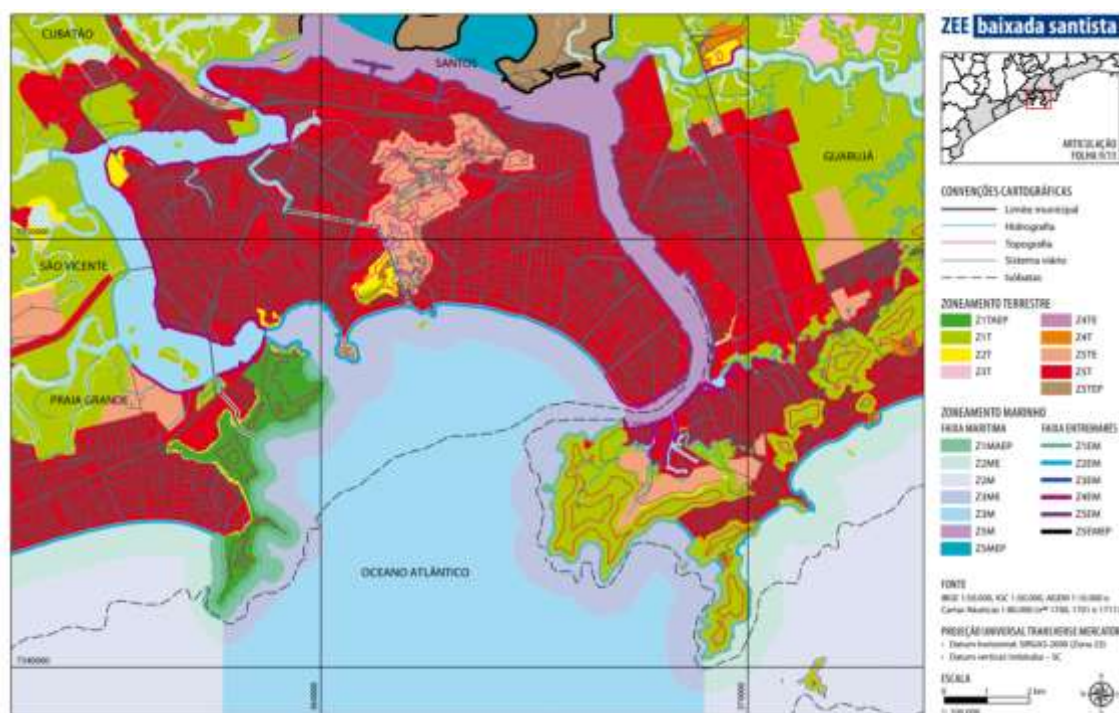
8. MEIO AMBIENTE

8.1 ZONEAMENTO ECOLÓGICO

A Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo – SMA é responsável pela elaboração do Zoneamento Ecológico-Econômico – ZEE do estado. De acordo com o site da Infraestrutura e Meio Ambiente de São Paulo, o foco do ZEE é: “estabelecer uma política de desenvolvimento que compatibilize a dinâmica socioeconômica com os componentes ambientais, criando um instrumento dinâmico, que acompanhe as modificações que ocorrem no território e na sociedade”.

Como a construção de uma estrutura artificial *offshore*, pode afetar bastante seu entorno, bem como o meio ambiente e vidas marinhas, é importante salientar as zonas marítimas protegidas de acordo com o ZEE, conforme Figura 51, sempre se preocupando com a proteção destas áreas.

Figura 51: Zoneamento da Baixada Santista na região do Porto de Santos.

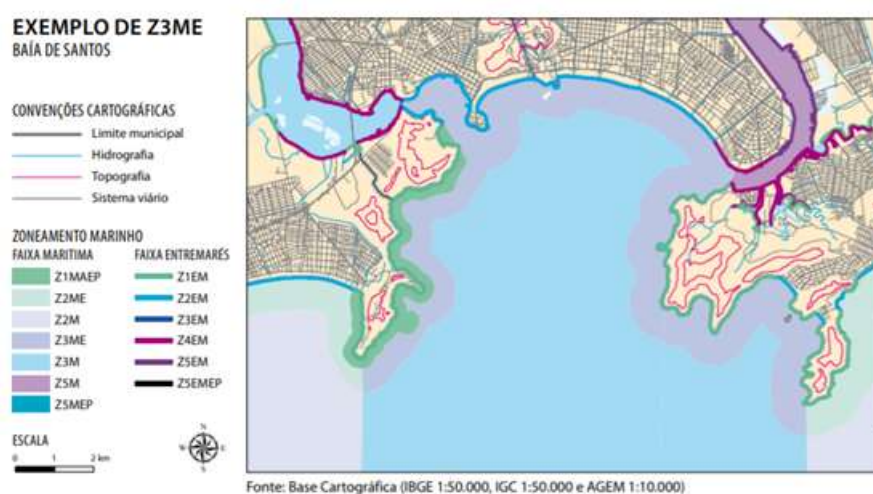


Fonte: GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2013.

8.2.1 Zoneamento Marinho

De acordo com o ZEE, este zoneamento possui o objetivo exclusivo de orientar o licenciamento de estruturas náuticas. Abrange duas faixas: faixa marítima e entremarés. Além disso, foram estabelecidas três categorias de estruturas de apoio náutico, considerando o grau de impacto que as mesmas ocasionam no ambiente. Na Figura 52 pode ser visualizado.

Figura 52: Zona Marinha 3.



Fonte: GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2013.

Em relação a área estudada, a Zona 3 Marinha Especial é a que enquadra na delimitação da mesma, abrangendo uma faixa marítima de 800 metros a partir da linha de baixa-mar. As diretrizes destas zonas, englobam, principalmente, a manutenção funcionalidade dos ecossistemas, promoção da gestão sustentável dos recursos naturais e controle das fontes poluidoras.

8.2 DRAGAGEM DE MANUTENÇÃO

Dragagem nada mais é do que a remoção de sedimentos nas áreas de navegação de portos, incluindo principalmente canais de acesso e manutenção da proteção costeira. Os sedimentos são gerados através das correntes marítimas. Cálculos precisos sobre a dragagem no terminal requerem maiores informações, porém é importante ressaltar este processo como

forma de manter a estabilidade operacional, principalmente na área de dentro do terminal que pode receber sedimentos provenientes da movimentação de marés.

CONCLUSÃO

Conclui-se que a costa marítima próxima ao Porto de Santos tem grande potencial para a implantação de um terminal de contêineres *offshore* que, agregado ao complexo portuário local, favoreceria à sua consolidação como um *hub port*, por possuir o aspecto geográfico, econômico e costeiro favoráveis. Esta estrutura não só solucionaria os problemas de calado e demanda vs capacidade, que são dois pontos cruciais quando se diz respeito a situação do Porto de Santos, como também favoreceria ao desenvolvimento econômico do país, aumentando ainda mais a sua representatividade no comércio interior e exterior. Para tal conclusão, tomou-se como base a analogia realizada com o Porto de Roterdã, na Holanda, o qual teve demanda por expansão similar, principalmente espacial, culminando na expansão *offshore* de que foi objeto, ratificando seu protagonismo no contexto europeu e mundial. Vários aspectos importantes foram levados em consideração para tornar essa proposta possível, como dados locais para determinação de localização, posição, obras de abrigo, bem como estatísticas reais de portos do Brasil e afora, para estipular uma demanda que foi utilizada como base para proposta de dimensionamento. Muitas outras características e estudos devem ser realizados posteriormente (geotécnicos, hidrodinâmicos, ambientais, etc.), para sua concretização, porém, o intuito deste trabalho foi alcançado, demonstrando com valores reais a necessidade e a possibilidade da implantação desse tipo de estrutura portuária na região de Santos.

REFERÊNCIAS

ALFREDINI, Paolo; ARASAKI, Emília. **Engenharia Portuária**. 2014. São Paulo: Blucher.

AVERSA, Rogerio. A Mixed Integer Programming Model on the Location of a Hub Port in the East Coast of South America. **Maritime Economics & Logistics (Marit Econ Logist)**. Nova York, Nova York, EUA, 18 Março. 2005.

AXELOS. **The Port of Rotterdam and Maasvlakte 2 PRINCE2 - Case Study**. Disponível em: <<https://www.axelos.com/case-studies-and-white-papers/port-of-rotterdam-maasvlakte-prince2-case-study>>. Acesso em: 16 Nov. 2018, 17:36.

BIANCO, Luiz P. de O. **Critérios de projeto em obras portuárias: uma comparação entre normas brasileira e estrangeiras**. Rio de Janeiro, Mar, 2015. Disponível em: <<http://www.drhima.poli.ufrj.br/images/documentos/tcc/2015/luis-paulo-de-oliveira-bianco-2015.pdf>> Acesso em: 16 mar. 2019.

BRASIL. **Plano Mestre do Complexo Portuário de Salvador e Aratu-Candeias - Volumes 1 - Versão Preliminar**. Santa Catarina: Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil – MTPA, 2018.

BRASIL. **Plano Mestre do Complexo Portuário de Santos - Volumes 1 - Versão Preliminar**. Santa Catarina: Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil – MTPA, 2017.

BRASIL. **Plano Mestre do Complexo Portuário de Santos - Volumes 1**. Santa Catarina: Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil – MTPA, 2019.

BUENOS AIRES. **Plan Estrategico de Puerto de Buenos Aires**. Disponível em: < <https://www.portofrotterdam.com/sites/default/files/the-power-of-wind-energy.Pdf?tokem=73°gFJvq>>. Acesso em: 10 Maio. 2019, 17:33.

CARGILL. **O primeiro porto offshore do mundo**. Disponível em: < https://www.cargill.com/history-story/pt_BR/BP_ROZY-PORT-FLOATING-BARGE.jsp?language=pt_BR>. Acesso em: 10 Out. 2018, 08:19.

CATERPILLAR. **Offshore Generator Sets**. Disponível em: < https://www.cat.com/en_US/products/new/power-systems/oil-and-gas/offshore-generator-sets.html >. Acesso em: 28 Abr. 2019, 19:51.

CODESP. **Acesso aquaviário e hidrovias.** Disponível em: <<http://www.portodesantos.com.br/infraestrutura/acesso-aquaviario/>>. Acesso em: 22 Nov. 20:26.

CODESP (2). **Informativo: A evolução da frota marítima e a necessidade de dragagem – 2017.** Disponível em: <http://www.portodesantos.com.br/wp_porto/wp-content/uploads/2018/07/boletim_eletronico_out_2017_gf.pdf>. Acesso em: 23 Nov. 2018, 12:02.

CODESP (3). **O Porto de Santos.** Disponível em: <<http://www.portodesantos.com.br/institucional/o-porto-de-santos/>>. Acesso em: 28 Out. 2018, 10:50.

DAMEN. **Fast Ferry 3209.** Disponível em: < https://products.damen.com/-/media/Products/Images/Clusters-groups/Ferries/Passenger-Ferry/Fast-Ferries/Fast-ferry-3209/Documents/Product_Sheet_Damen_Fast_Ferry_3209.PDF>. Acesso em: 15 Abr. 2019, 18:31.

DAMEN (2). **Pontão Stan 10932.** Disponível em: <<https://products.damen.com/pt-pt/ranges/stan-pontoon-b32/stan-pontoon-10932>>. Acesso em: 04, Abr. 2019, 20:47.

ENGEPLUS. **Os navios e suas transformações com o passar do tempo – 2018.** Disponível em: < <http://www.engeplus.com.br/noticia/economia/2018/os-navios-e-suas-transformacoes-com-o-passar-do-tempo>>. Acesso em: 23 Nov. 15:04.

FATECID. **Portêineres, Transtêineres e Reach Stackers.** Disponível em:< <https://fatecid.wordpress.com/2015/05/05/porteineres-transteineres-e-reach-stackers/>>. Acesso em: 22 Mar. 2019, 17:15.

FIGUEIREDO, Gustavo S. **O Papel dos Portos Concentradores na Cadeia Logística Global.** 2001. Universidade Federal Fluminense. Disponível em: < http://www.abepro.org.br/biblioteca/ENEGEP2001_TR11_0464.pdf>. Acesso em: 29 Out. 2018, 17:30.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Zoneamento Ecológico-Econômico Setor Costeiro da Baixada Santista.** São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 2013.

GRUPO PORTAL MARÍTIMO. **Mol lança o maior contêiner do mundo e bate o Triple E da Maersk em mais de 2000 TEUs - 2017.** Disponível em: < <http://www.portalmaritimo.com/2017/03/17/mol-lanca-o-maior-containero-do-mundo-e-bate-os-triple-e-da-maersk-em-mais-de-2000-teus/>>. Acesso em: 23 Nov. 2018, 11:11.

INTERMODAL. **Porto de Santos apresenta projeto de hidrovía durante a Intermodal.** Disponível em: <<https://www.intermodal.com.br/pt/blog/1127-porto-de-santos-apresenta-projeto-de-hidrovía-durante-a-intermodal>>. Acesso em: 22 Nov. 18:31.

LABTRANS. **Plano Mestre do Porto de Manaus.** Paraná: Secretaria de Portos da Presidência da República – SEP, 2013.

LABTRANS. **Plano Mestre do Porto de Suape.** Paraná: Secretaria de Portos da Presidência da República – SEP, 2012.

LACERDA, Sander M. **Navegação e Portos no Transporte de Contêineres.** Revista do BNDES, Rio de Janeiro, n. 22. p. 215-243, Dez. 2004.

LIEBHERR. **Technical Description Ship to Shore Gantry Cranes.** Disponível em:<<https://www.liebherr.com/shared/media/maritime-cranes/downloads-and-brochures/brochures/lcc/liebherr-sts-cranes-technical-description.pdf>>. Acesso em: 21 Mar. 2019, 14:15.

MAESTRI, Rodrigo S. **Biorreator a membrana como alternativa para o tratamento de esgoto sanitários e reuso da água.** Florianópolis, Mar, 2007. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/89968/244815.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 16 Maio, 2019, 18:59.

MARINHA DO BRASIL. **Cartas Náuticas.** Disponível em: <<https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-segnav-cartas-nauticas/cartas-nauticas>>. Acesso em: 28 Abr. 2019, 19:51.

MAZZONETTO, Caroline. **Sabesp e Sanasa adotam MBR para tratar efluente industrial.** Net, São Paulo, out. 2012. Disponível em: <<http://infraestruturaurbana17.pini.com.br/solucoes-tecnicas/19/artigo267599-1.aspx>>. Acesso em: 01 mai. 2019.

MILLMAN, Gregory J. **Portos e seguradoras temem riscos de mega navios.** Tradução do The Wall Street Journal publicada pelo Valor Econômico. Disponível em: <<http://www.sppilots.com.br/arquivos/artigo6.pdf>> Acesso em: 26 Ago. 2018, 19:48.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 24 – Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho.** Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 1993.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **NR 30 – Segurança e Saúde no Trabalho Aquaviário**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2013.

MOREIRA, Aluísio. **A tendência de expansão flúvio-marítima dos portos**, modelos para a microlocalização mar adentro do Porto de Santos. 2017. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia – USP, São Paulo.

MOREIRA, Aluísio. **Metodologia aplicada para obter um sistema de indicadores de porto concentrador de carga**. 2009. Dissertação (Doutorado). Faculdade de Engenharia – USP, São Paulo.

PENSAMENTO VERDE. **Ceará possui a primeira usina de ondas da América Latina**. Disponível em: < <https://www.pensamentoverde.com.br/economia-verde/ceara-possui-primeira-usina-de-ondas-da-america-latina>>. Acesso em: 01 Mai. 09:19.

PORTAL TRATAMENTO DE ÁGUA. **Produção de água potável em ambientes offshore e portuários**. Disponível em: < <https://www.tratamentodeagua.com.br/agua-potavel-ambientes-offshore/>>. Acesso em: 01 Mai. 2019, 20:51.

PORTO DE SANTOS. **Acesso Aquaviário e Hidrovias**. Disponível em: <<http://www.portodesantos.com.br/infraestrutura/acesso-aquaviario/>>. Acesso em: 21 Nov, 2018, 10:47.

PORTO DE ROTTERDÃ. **Port of Rotterdam**. Disponível em: <<https://www.portofrotterdam.com/en>>. Acesso em: 15 Nov. 2018.

SILVA, Antônio N. R. **Portos e Vias Navegáveis (Notas de Aula)**. 2013. Faculdade de Engenharia – USP, São Paulo. Disponível em: <http://repositorio.eesc.usp.br/bitstream/handle/RIEESC/6045/Portos%20e%20Vias%20Naveg%C3%A1veis%20-%20Notas%20de%20Aula_Ant%C3%B4nio%20N%C3%A9lson.pdf?sequence=1>. Acesso em: 29 Out. 2018, 14:30.

URUGUAY. **Estimación de Demanda de Los Puertos de Uruguay “Estudio para La Elaboración de um Plan Director Del Sistema Nacional de Puertos de Uruguay”**. Fundación Valenciaport, 2016.

WORLD SHIPPING COUNCIL. **Top 50 world container ports - 2016**. Disponível em: <<http://www.worldshipping.org/about-the-industry/global-trade/top-50-world-container-ports>>. Acesso em: 19 Nov. 2018, 15:18.