



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Escola Politécnica

ANÁLISE CONCEITUAL DE ZONEAMENTO DE TERMINAIS PORTUÁRIOS E APLICAÇÃO NO PORTO DE SANTOS

Pedro Segadas Figueiredo

Projeto de Graduação apresentado ao Curso de
Engenharia Civil da Escola Politécnica,
Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Orientador: Gilberto Olympio Mota Fialho

Rio de Janeiro,
Junho de 2016

ANÁLISE CONCEITUAL DE ZONEAMENTO DE TERMINAIS PORTUÁRIOS E APLICAÇÃO NO PORTO DE SANTOS

Pedro Segadas Figueiredo

PROJETO DE GRADUAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA ESCOLA
POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO.

Examinada por:

Prof. Gilberto Olympio Mota Fialho, D.Sc.

Prof. Afonso Augusto Magalhães de Araujo, D.Sc.

Prof. Paulo Renato Diniz Junqueira Barbosa, M.Sc

Figueiredo, Pedro Segadas

Análise conceitual de zoneamento de terminais portuários e aplicação no Porto de Santos/ Pedro Segadas Figueiredo. – Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2016.

IX 92 p.: il.: 29,7 cm

Orientador: Gilberto Olympio Mota Fialho

Projeto Graduação – UFRJ/Escola Politécnica/Curso de Engenharia Civil, 2016.

Referências Bibliográficas: p.90-92.

1. Terminais Portuários. 2. Movimentação de Cargas.
3. Plano de Desenvolvimento e Zoneamento Portuário.
4. Porto de Santos.

I. Gilberto Olympio Mota Fialho. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Curso de Engenharia Civil. III. Título

Resumo do Projeto de Graduação apresentado à Escola Politécnica/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenheiro Civil.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu pai e à minha mãe, em primeiro lugar, pela inspiração e reforço ao longo da vida de quão importante é o estudo, foco e dedicação. A presença de vocês tão importante foi primordial para que estivesse aqui hoje concluindo esse trabalho de curso em uma universidade federal da qual tanto me orgulho.

Agradeço à minha falecida avó pelo exemplo de vida e a lembrança que mesmo todo o esforço do mundo não é equiparável aos daqueles que vieram de Portugal, sem um centavo no bolso e subiram na vida, através somente do trabalho árduo e dedicação aos estudos.

Agradeço ainda ao meu orientador Gilberto Fialho por ter dado a chance, através do seu entusiasmo e gosto por ensinar uma área em que teve tanta experiência profissional ao longo da carreira, de possibilitar me encontrar um ramo em que me sinta tão à vontade e interessado de conhecer mais como é a Engenharia Portuária e Costeira, além de todo o estímulo e incentivo durante todo este projeto final de curso.

Agradeço à Escola Politécnica da UFRJ por todos os bons professores que tive, pacientes e interessados na bonita arte que é passar conhecimento para quem está interessado em adquirir. Me sinto muito grato também pelas oportunidades profissionais, internacionais e acadêmicas que a Escola Politécnica me deu a chance de usufruir e o aprendizado final que todo o esforço e dedicação nunca são em vão.

Por fim, agradeço a todos os amigos, familiares e aqueles que estiveram próximos a mim nessa etapa da vida universitária e a fizeram bem mais simples e feliz.

ANÁLISE CONCEITUAL DE ZONEAMENTO DE TERMINAIS PORTUÁRIOS E APLICAÇÃO NO PORTO DE SANTOS

Pedro Segadas Figueiredo

Junho/2016

Orientador: Gilberto Olympio Mota Fialho

Curso: Engenharia Civil

A entrada e saída de cargas através de portos e navios continua sendo a principal forma de movimentação e transporte de cargas no comércio internacional. Diante de volumes cada vez maiores transportados, através de navios de dimensões cada vez mais amplas e limitações territoriais, técnicas, econômicas e ambientais para a expansão dos terminais e estruturas de acesso portuárias, é conveniente a necessidade de compatibilização desses elementos com a localização dos terminais portuários a fim de otimizar a capacidade do porto, sem depender exclusivamente da expansão deste.

O trabalho tem o objetivo de propor conceitualmente uma estratégia de zoneamento portuário levando em conta os navios-tipo para cada terminal de carga e o posicionamento destes para um porto em uma região estuarina na qual houvesse limitações naturais de calado máximo navegável e a presença dos principais terminais de carga: carga containerizada, granel sólido e granel líquido.

Para a realização do mesmo, foi necessário um estudo preliminar dos conceitos de Engenharia Portuária relacionados a terminais de carga, zoneamento portuário e embarcações-tipo através das duas principais referências bibliográficas nacionais e internacionais publicadas a respeito, além de outras fontes para tópicos mais específicos.

O caso estudado foi o Porto de Santos em função de: ser o maior porto da América Latina, possuir ampla diversidade de terminais de cargas e estar localizado em um estuário no qual, devido à ocupação urbana elevada e alto adensamento populacional, há grandes dificuldades de expansão territorial e no qual, ainda, pelas condições naturais e pela viabilidade técnica-econômica em intervenções, há enormes obstáculos para o aumento da profundidade máxima navegável que faça frente ao crescimento dos navios ao longo do tempo.

Palavras-chave: Terminais Portuários, Movimentação de Cargas, Granel Sólido e Líquido, Contêiner, Plano de Desenvolvimento e Zoneamento Portuário, Porto de Santos.

Abstract of the Graduation Project presented to POLI/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Civil Engineer.

CONCEPTUAL ANALYSIS OF PORT TERMINALS PLANNING AND A STUDY AT THE PORT OF SANTOS

Pedro Segadas Figueiredo

Junho/2016

Advisor: Fialho, Ph.D.

Course: Civil Engineering

Throughout the world, the entrance and departure of cargo is still mostly done through ports and vessels on the international trade. In face of the increasingly bigger volumes transported through increasingly larger ships and the territorial, technical, economic and environmental limitations for the terminals and port access structures expansion it is appropriate to evaluate how to reconcile these elements with the port terminals location and how to optimize the port's capacity without relying exclusively on its expansion.

The thesis has the purpose of conceptually develop a port planning strategy taking into account the standard vessel sizes for each cargo terminal and how to locate them on a port settled on estuaries in which there are natural limitations such as the maximum navigational draft and the presence of the following freight terminals: containerized cargo, dry bulk solid and wet bulk.

To achieve that, it was necessary to begin researching the Port Engineering concepts related to cargo terminals, port planning and ship dimensions with two national and international handbook references published concerning those topics besides other sources for more specific points.

The case study was the Port of Santos due to the fact that is the largest port in Latin America, it has a wide range of cargo terminals and it is located in an estuary where, because of the urban occupation and the high population density not only there are great difficulties to expand the port territory but also the estuarine natural conditions and the technical and economic feasibility create huge difficulties for increasing the maximum navigational draft to match the increasing ship size over time.

Keywords: Port Terminals, Freight Transport, Solid and Liquid Bulk Cargo, Container, Port Development Plan, Port of Santos

Sumário

Índice de Tabelas	10
1 Introdução.....	11
2 Objetivos	13
2.1 Objetivo Geral.....	13
2.2 Objetivos Específicos	13
3 Revisão Bibliográfica.....	14
3.1 Tipos de Portos	14
3.1.1 Conceitos Básicos.....	14
3.1.2 Classificação.....	16
3.1.3 Natureza.....	17
3.1.4 Localização.....	17
3.2 Arranjo Geral das Obras Portuárias	18
3.2.1 Obras portuárias encravadas na costa ou estuarinas.....	18
3.2.2 Obras portuárias salientes à costa e protegidas por molhe	19
3.2.3 Obra portuária ao largo protegida por quebra-mar.....	19
3.2.4 Outros Arranjos	20
3.3 Equipamentos de Movimentação e Instalações de Armazenamento de Cargas	21
3.3.1 Terminais de Contêineres	21
3.3.2 Terminais para Granel Sólido.....	23
3.3.3 Terminais para Granel Líquido	26
4 Metodologia	28
4.1 Estudo e Caracterização dos Terminais Portuários.....	28
4.2 Estudo e Aplicação para o Caso de um Porto Estuarino.....	29
5 Estudo dos Terminais de Carga e Navios-Tipo.....	30
5.1 Contêineres	30
5.2 Granel Sólido	33
5.3 Granel Líquido	36
5.4 <i>Roll-on/ Roll-off</i>	39
5.5 Carga Geral	41
6 Estratégia de Zoneamento de Terminais de Carga para Portos Estuarinos.....	43
6.1 Profundidade.....	44
6.2 Área do Terminal	45

6.3	Acesso Terrestre	47
7	Porto de Santos.....	48
7.1	Histórico.....	48
7.2	Estuário de Santos.....	50
7.3	Caracterização do Porto	52
7.3.1	Infraestrutura do Porto e Acessos Portuários	54
7.3.2	Região de Influência do Porto:	59
7.3.3	Terminais Portuários:	61
8	Estudo para o Porto de Santos.....	71
8.1	Carga Containerizada.....	74
8.2	Granel Líquido	75
8.3	Granel Sólido	78
8.4	Zoneamento Proposto	85
9	Conclusões	87
10	Referências Bibliográficas.....	90

Índice de Figuras

Figura 1 - Porto de Itajaí (SC)	18
Figura 2 - Porto de Suape em Pernambuco	19
Figura 3 - Quebra-mar localizado no Porto de Pecém (CE).....	20
Figura 4 - Terminal Areia Branca em alto mar (RN)	20
Figura 5 – Portêiner <i>Super-Post-Panamax</i> no terminal da BTP em Santos(SP).....	22
Figura 6 - <i>Reach Stacker</i> no Porto Seco Centro Oeste (GO).....	22
Figura 7 - Transtêiner ou <i>RTG Crane</i> no Porto de Oslo na Noruega	23
Figura 8 - Carregamento de Soja no Porto de Santos (SP).....	25
Figura 9 - Empilhadeira no Terminal Marítimo de Ponta da Madeira (MA)	25
Figura 10 - Terminal Marítimo de Angra dos Reis (RJ)	27
Figura 11 - Terminal de carga/descarga de petróleo em Tramandaí (RS).....	27
Figura 12 - Terminal Aquaviário de Santos (RJ)	27
Figura 13 - MSC Oscar no Porto de Rotterdam	31
Figura 14 - Dimensões de um Canal de Acesso de Via Única	33
Figura 15 - Dimensões de um Canal de Acesso de Via Dupla.....	33
Figura 16 - Navio Valemax	35
Figura 17 - Terminal Roll-on/Roll-off no Porto de Paranaguá(PR).....	40
Figura 18 - Terminal da Fibria Celulose S.A do Porto de Santos (SP)	42
Figura 19 - Terminal Portuário de Ilha Guaíba(RJ)	46
Figura 20 - Porto de Santos(1895).....	49
Figura 21 - Sistema Estuarino de Santos	50
Figura 22 - Planta Batimétrica do Sistema Estuarino de Santos	52
Figura 23 - Localização Principais Setores Arrendatários Santos.....	54
Figura 24 - Sistema Rodoviário de acesso ao Porto de Santos(SP)	56
Figura 25 - Sistema Ferroviário de acesso ao Porto de Santos(SP)	57
Figura 26 - <i>Hinterland</i> do Porto de Santos.....	61
Figura 27 - Lay-Out proposto para zoneamento dos terminais do Porto de Santos(SP).....	62
Figura 28 - Terminais de Granel Líquido do Porto de Santos(SP).....	63
Figura 29- Movimentação de Granel Líquido anual no Porto de Santos(SP)	64
Figura 30 - Terminais de Carga Geral do Porto de Santos(SP).....	65
Figura 31 - Movimentação de Carga Geral Geral anual no Porto de Santos(SP)	65
Figura 32 - Terminais de Granel Sólido no Porto de Santos	67
Figura 33 - Movimentação de Granel Sólido anual no Porto de Santos(SP)	68
Figura 34 - Movimentação de Contêineres anual no Porto de Santos(SP).....	69
Figura 35 - Localização dos principais terminais de contêineres no Porto de Santos.....	70
Figura 36 - Trechos Porto de Santos	72
Figura 37 - Planta batimétrica - Estuário de Santos	73
Figura 38 - Pontos possíveis de implantação de terminal de Granel Líquido	76
Figura 39 – Países de destino exportações brasileiras de commodities agrícolas	80
Figura 40 - Principais países de destino das exportações brasileiras de ferro.....	81
Figura 41 - Movimentos de um navio	82

Figura 42 - Layout do zoneamento portuário proposto para o Porto de Santos(SP).....86

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Dimensões Típicas de Navio Porta-Contêineres	31
Tabela 2 - Dimensões Típicas de Navio Porta-Contêineres	32
Tabela 3 - Dimensões Náuticas Portuárias do Canal de Acesso - Contêineres	32
Tabela 4 - Dimensões Típicas de Navios <i>Bulk-Carriers</i>	34
Tabela 5 - Dimensões Náuticas Portuárias do Canal - Granel Sólido	35
Tabela 6 - Dimensões Típicas de Navios de Granel Líquido	37
Tabela 7 - Dimensões Náuticas Portuárias do Canal de Acesso - Granel Líquido	38
Tabela 8 - Dimensões Típicas de Navios de Granel Líquido	39
Tabela 9 - Dimensões Típicas de Navios Ro-Ro.....	40
Tabela 10 - Dimensões Típicas de Navios de Carga Geral	41
Tabela 11 - Dimensões Náuticas Portuárias do Canal de Acesso Carga Geral	42
Tabela 12 - Evolução na matriz de transporte rodoviário do Porto de Santos 2014-2015	58
Tabela 13 - Evolução na matriz de transporte ferroviário do Porto de Santos 2014-2015.....	58
Tabela 14 - Mercados que Importam e Exportam através do Porto de Santos.....	60
Tabela 15 - Terminais de Movimentação de Granel Líquido e Combustíveis	63
Tabela 16 - Movimentação de Granel Líquido anual no Porto de Santos(SP).....	64
Tabela 17 - Terminais de Movimentação de Carga Geral	64
Tabela 18 - Movimentação de Carga Geral anual no Porto de Santos(SP)	65
Tabela 19 - Terminais de Movimentação de Granel Sólido	65
Tabela 20- Movimentação de Granel Sólido anual no Porto de Santos(SP).....	67
Tabela 21 - Movimentação de Contêineres em 2015 no Porto de Santos(SP)	69
Tabela 22 - Calado Operacional máximo navegável no Porto de Santos(SP)	71
Tabela 23 - Movimentação de carga (ton) no Porto de Santos em 2014/2015.....	79
Tabela 24 - Limitantes durante a operação portuária para cada tipo de carga	82

1 Introdução

O porto de Santos há muitos anos é e continua sendo o maior porto da América Latina. Localizado em uma área privilegiada para a implantação de um porto, o Estuário Santista, teve uma movimentação de cargas de quase 120 milhões de toneladas em 2015 e com uma movimentação anual de contêineres de 3,8 milhões de TEUs, foi responsável por mais de 30% das exportações brasileiras, o que faz dele o 38º porto com maior movimentação de contêineres no mundo (CODESP).

Ainda que o porto se destaque no cenário nacional e internacional devido à elevada produtividade, posição geográfica favorável (próximo às duas grandes metrópoles do país, águas calmas e relativa estabilidade meteorológica e climatológica), reduzido *downtime* dentro do cenário portuário nacional e logística aplicada moderna dentro do transporte multimodal que atende ao porto, há aspectos têm ameaçado sua capacidade de crescimento em movimentação de cargas. Uma parcela destes aspectos ligados ao próprio estrangulamento do porto diante de suas próprias limitações físicas e naturais de expansão da área portuária e dimensões náuticas, sendo a principal delas a profundidade máxima navegável.

Uma parcela dessas dificuldades que o porto tem tido estão relacionadas com a própria limitação do calado máximo navegável do porto já dragado várias vezes ao longo do tempo. A profundidade atual máxima operacional do porto é de 13,20 metros (Carta da Autoridade Portuária DP-GD/560.2014 de 09/12/2014; Carta da Autoridade Portuária DP-GD/20.2015 de 16/01/2015; Carta da Autoridade Portuária DP-GD/452.2016 de 10/06/2016). A consequência prática de um calado limitado é a restrição dos navios que podem entrar e sair do porto além de um tempo desprendido maior no canal de acesso e a bacia de manobra. Isto tem como consequência a redução do potencial competitivo do porto em comparação a outros portos no Brasil que têm capacidade de receber maiores embarcações. É consideração preliminar que a ampliação desse limite implicaria em um aumento da capacidade operacional do porto e da amplitude das embarcações atendidas ao longo do tempo.

A partir do interesse pelo Porto de Santos, surgiu a constatação que ele não é o único porto que pode ser beneficiado por uma estratégia de zoneamento dos terminais portuários que avalie quais terminais de carga têm prioridade na alocação e posicionamento dentro da área do porto em conformidade com as profundidades navegáveis para cada trecho, o perfil de frota para cada tipo de carga e o grau de especialização do porto.

São de especial interesse ainda portos localizados em estuários por duas razões que justificam as limitações de expansão do porto. A primeira é que muitos deles estão implantados em regiões nas quais há grande ocupação urbana e altos índices demográficos para a qual os custos e dificuldades logísticas de desapropriação e transferência das populações nas regiões vizinhas ao porto que poderiam ser ocupadas por este são altos demais. E segundo, o fato que canais de estuário, devido a processos de escoamento naturais ligados às correntes fluviais e o regime de marés, têm uma capacidade significativa de recuperar as profundidades naturais, o que gera dependência de obras de interferência para expandir essa profundidade através de obras de

dragagem. A constante deposição de sedimentos em seu leito limita o calado de operação dos navios que demandam o porto e a dragagem de manutenção periódica nos canais de acesso e na bacia de evolução pode ter custos muito elevados que, dependendo da profundidade projetada, pode tornar inviável economicamente atingir grandes profundidades como aquelas exigidas por navios de grande porte. Portos estuarinos é o caso de diversos dos principais portos brasileiros, como o Porto de Santos (SP), o Porto de Itajaí (SC), Porto de Rio Grande (RS) e no mundo como o Porto de Rotterdam (Holanda) e o Porto de Nova Iorque (E.U.A.).

Diante do desafio de compatibilizar a capacidade de atendimento de um porto com a elevação da demanda de movimentação de carga e as embarcações cada vez maiores, em face de grandes dificuldades de ampliar as dimensões terrestres e náuticas do porto, surge a necessidade de avaliar que medidas poderiam ser tomadas para aumentar a capacidade de um porto estuarino como Santos, em respeito à viabilidade técnica, econômica e ambiental das proposições. Para chegar a uma proposta de zoneamento portuário, além de outras conclusões ligadas ao assunto abrangente em questão, é pertinente, preliminarmente, um estudo relacionado aos diferentes terminais de carga portuários, como eles operam as respectivas cargas, a frota de navios que deve atendê-lo e quais são as dimensões destas embarcações dentro do cenário atual e previsto para o futuro na Engenharia Portuária.

2 Objetivos

2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desse trabalho é analisar os conceitos de Engenharia Portuária ligado ao zoneamento dos terminais de cargas e fazer um estudo para o caso do Porto de Santos, propondo mudanças que possam otimizar a capacidade operacional do porto.

2.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos desse trabalho são:

1. Estudo do perfil de navios-tipo para cada tipo de carga movimentada em portos
2. Estudo dos diferentes terminais de carga portuários
3. Análise de zoneamento de terminais de carga em porto implantado em uma região estuarina
4. Propor mudanças no zoneamento portuário dos terminais do Porto de Santos a partir das considerações conceituais ao longo do trabalho

3 Revisão Bibliográfica

3.1 Tipos de Portos

3.1.1 Conceitos Básicos

Existem definições dentro da Engenharia Portuária que merecem ser destacadas como parte da introdução desse projeto já que serão exploradas repetidas vezes ao longo do trabalho. São elas:

Abrigo – Área na qual as ações marítimas principais, isto é, as ondas, ventos, correntes e maré, são limitadas de modo a não interferir prejudicialmente na operação portuária ao longo da vida útil do porto. De acordo com ALFREDINI e ARASAKI(2013), é a condição primordial de proteção da embarcação-tipo de ventos, ondas e correntes, em que se possa ter condições de acesso à costa (acostagem), visando a movimentação de cargas e passageiros, por meio de obra de acostagem que proveja pontos de amarração para os cabos da embarcação, garantindo reduzidos movimentos e esforços mínimos de atracação durante a operação portuária. A ocorrência de acidentes e interferência no tempo disponível liberado de operação com cargas implica em aumento de custos indiretos para o porto, risco de acidentes e prejuízo à imagem externa daquele porto.

Acessos – Os acessos terrestre, aquário e aeroviário devem ser projetados diante de uma logística de transporte intermodal que proporcione uma eficiente chegada e saída de cargas e passageiros no porto. São esperados acessos terrestres adequados nos modos rodoviário, ferroviário e dutoviário no caso de o porto possuir um terminal especializado em óleo e gás.

Anteporto – Também conhecido como Bacia de Espera ou Atracadouro, é a área marítima onde os navios fundeiam quando entram no porto, aguardando ser liberados para atracar no porto, seja porque o porto está com capacidade máxima ou porque se exige visita das autoridades policiais, aduaneira e de saúde a fim de liberar a atracação. Ele deve ser dimensionado de modo que o navio possa girar em torno do ponto de atracação.

Área do Retroporto – Área terrestre do porto utilizada para movimentação de cargas, armazenamento, estocagem, distribuição, áreas administrativas, alfândega, etc.

Arrendamento – Cessão onerosa de área e infraestrutura públicas localizadas dentro do porto organizado, para exploração por prazo determinado. (Lei nº 12.815/2013)

Autorização – Outorga de direito à exploração de instalação portuária localizada fora da área do porto organizado e formalizada mediante contrato de adesão. (Lei nº 12.815/2013)

Bacia de Evolução – Área marítima próxima ao berço de atracação sendo reservada às manobras de atracação e desatracação dos navios.

Canal de Acesso – Canal marítimo que liga as profundidades existentes em alto mar às instalações internas do porto, permitindo a entrada de navios nas instalações portuárias. Os canais de acesso são caracterizados e limitados por sua profundidade, largura e inclinação dos taludes laterais e curvas quando existem. Devem ser projetados de forma que sejam os mais retilíneos possíveis e alinhados com a direção dos ventos predominantes na região. A profundidade do canal de acesso normalmente é mantida através de dragagem periódica. No caso do Porto de Santos, por exemplo, a profundidade média atual do canal no estuário de Santos é de 15,0 metros sendo o calado máximo operacional dos navios que operam de 13,2 metros e existindo projetos de aprofundamento do canal para 15,7 metros.

Concessão – Cessão onerosa do porto organizado, com vistas à administração e à exploração de sua infraestrutura por prazo determinado. (Lei nº 12.815/2013)

Downtime – Tempo o qual o porto não opera por interferência na operação portuária por motivos diversos. Por exemplo, quando uma tempestade produz ondas com altura superior à onda de projeto ou ainda correntes superiores àquelas previstas no projeto para a operação de atracação e garantia de segurança em relação às defensas e/ou cabos de amarração e por isso a operação portuária é interrompida por um determinado período. Segundo THORESEN (2014), o ideal é que o *downtime* operacional no berço deva se encontrar na faixa de 5 a 10% já que dificilmente ele não existirá em um porto. Acima disso, o custo indireto consequente do tempo de espera mais elevado dos navios na bacia de espera pode tornar o porto ineficiente. A avaliação do *downtime* previsto para um berço de atracação geralmente envolve a consideração do vento crítico, onda de projeto e as condições locais da região na qual o porto está sendo implantado. No caso da operação portuária de contêineres, em particular, a movimentação de cargas depende de equipamentos portuários de grandes proporções como portaineres que podem ser bastante suscetíveis à ação de ventos e por isso o *downtime* do porto pode se tornar mais elevado dependendo das condições locais.

Hinterland – É a área de mercado de um porto, isto é, sua zona de influência para a qual o porto tem um potencial gerador de cargas. É a área geográfica a qual o porto tem maior influência na movimentação de cargas provindas desta região ou que chegam ao porto destinadas para esta região. Para MORGAN(1952) existem três fatores determinantes para determinação da *hinterland* de um porto e três categorias de *hinterland*. São elas: a *Hinterland* Primitiva (aquelas cuja região é propriedade exclusivamente de um porto e é comum para portos menores em regiões mais afastadas), a *Hinterland* de Matérias-Primas (refere-se geralmente a carga a granel e para a qual, na zona de produção, o porto é implantado de forma a diminuir as distâncias de transporte da cara) e a *Hinterland* de portos *Liner* (aqueles cuja definição da região e dos portos atendidos envolve a análise de uma série de fatores com uma diversidade de cargas e serviços envolvidos. Para tais, chega-se a definir uma *Hinterland* primária e secundária). A delimitação da *Hinterland* de um porto depende basicamente dos seguintes fatores: a natureza das commodities (carga geral e/ou carga a granel), o mecanismo de transporte marítimo (tipo de navio, quantidade e frequência das linhas marítimas, equipamentos portuários de movimentação de carga envolvidos, etc) e a influência de políticas referentes ao uso e controle das vias navegáveis interiores de acesso ao porto e respectiva infraestrutura.

Instalação Portuária – Instalação localizada dentro ou fora da área do porto organizado e utilizada em movimentação de passageiros, em movimentação ou armazenagem de mercadorias, destinadas ou provenientes de transporte aquaviário. (Lei nº 12.815/2013)

Operador Portuário – Pessoa jurídica pré-qualificada para exercer as atividades de movimentação de passageiros ou movimentação e armazenagem de mercadorias, destinadas ou provenientes de transporte aquaviário, dentro da área do porto organizado. (Lei nº 12.815/2013)

Profundidade e Acessibilidade – Conceitos que definem a lâmina d'água disponível na região abrigada do porto e que deve ser compatível com a embarcação-tipo esperada no porto, isto é, com suas três dimensões principais: calado, boca e comprimento. Essa profundidade pode ser diferente no canal de acesso, no berço de acostagem e nas bacias de espera e de evolução.

Porto Organizado – Bem público construído e aparelhado para atender a necessidades de navegação, de movimentação de passageiros ou de movimentação e armazenagem de mercadorias, e cujo tráfego e operações portuárias estejam sob jurisdição de autoridade portuária. (Lei nº 12.815/2013)

Terminal de Uso Privado – Instalação portuária explorada mediante autorização e localizada fora da área do porto organizado. (Lei nº 12.815/2013)

TEU – *Twenty Feet Equivalent Unit*. É a unidade base para avaliação da operação em contêineres e representa uma unidade containerizada de 20 pés de comprimento.

3.1.2 Classificação

Os portos podem ser classificados em função de diversos parâmetros, e um dos principais é em função do tipo de carga movimentada:

Carga Geral – É qualquer tipo de carga não classificada como granel e não movimentada como carga unitizada. São portos com profundidade média de 10 a 12 metros e cuja característica principal é a movimentação da carga em armazéns e pátios através dos equipamentos guindastes e empilhadeiras.

Exemplo: Porto do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Granel Líquido – São portos destinados à movimentação de gás e petróleo, principalmente. São os portos que exigem maior profundidade média, podendo chegar a 27 metros, e cujas características principais são a acostagem descontínua e movimentação do granel líquido através de instalações de bombeamento e oleoduto.

Exemplo: Terminal Portuário de Pecém, Ceará.

Granel Sólido – Carga classificada como minério e grãos, principalmente. São portos com profundidade superior a 20 metros quando especializados em minério de ferro e cujas características principais são a existência de amplas áreas de estocagem e acostagem podendo

ser contínua ou descontínua com movimentação da carga através de equipamentos como correias transportadoras, empilhadeiras, recuperadoras, carregadeiras de navio e viradores de vagão.

Exemplo: Terminal Portuário de Ponta da Madeira, Maranhão; Terminal Especializado de Barra do Riacho – PORTOCEL.

Contêineres – Carga movimentada de forma unitizada em equipamentos específicos padronizados com volume e dimensões fixas. Os terminais e portos que movimentam este tipo de carga têm geralmente profundidade de 12 a 15 metros, mas podem ser maiores dependendo da embarcação, existindo uma tendência atual de elevação da profundidade máxima navegável em tais terminais para atender a embarcações cada vez maiores. Exemplos das características principais na operação da carga são a movimentação em armazéns e pátios através de equipamentos como guindastes e empilhadeiras.

Exemplo: TCP – Terminal de Contêineres de Paranaguá, Paraná; Tecon Santos; São Paulo.

Portos de maiores proporções como Santos no estado de São Paulo ou Paranaguá no Paraná são capazes de movimentar todos esses tipos de cargas em função do grande número de terminais especializados. Já outros como Ponta da Madeira no Maranhão ou Tubarão no Espírito Santo, ambos administrados pela Vale, são especializados para um único tipo de carga movimentada, que nos casos citados é granel sólido.

3.1.3 Natureza

Naturais: São aqueles portos que não tiveram necessidade ou souberam aproveitar muito bem as condições naturais de morfologia costeira tal que o número de obras ligadas a abrigo e acesso às obras de acostagem foi muito reduzido ou nulo. É frequentemente o caso de portos estuarinos com canais de barra de boa estabilidade, como, por exemplo, o Porto de Suape (PE).

Artificiais: São os portos em que foram providas obras de acostagem, acesso e abrigo para que houvesse condições de implantação do porto. É o caso do Porto do Açu (RJ).

3.1.4 Localização

Portos Exteriores: São aqueles situados diretamente na costa. Estes portos podem estar salientes à costa, quando são implantados em aterros que avancem sobre o mar, ou encravados na terra, quando através de escavações e modificações sobre a topografia costeira original através de píeres, dársenas e canais.

Exemplo: Terminal Portuário de Ponta da Madeira, Maranhão.

Portos Interiores: São portos estuarinos e lagunares.

Exemplo: Porto de Santos, São Paulo.

Portos ao Largo: São portos situados ao longo da zona de arrebentação, isto é, distantes da costa e podendo mesmo não dispor de obras de abrigo.
Exemplo: Porto de Pecém, Ceará.

3.2 Arranjo Geral das Obras Portuárias

3.2.1 Obras portuárias encravadas na costa ou estuarinas

Solução frequentemente utilizada em regiões de embocadura marítima como estuários, deltas e sistemas lagunares. Por isso, é comum o uso de estruturas de proteção de guias-corrente no acesso além da conclusão por dragagem. É o caso do Porto do Rio de Janeiro, Porto de Rio Grande (RS), Porto de Itajaí (SC), Porto de Santos (SP) e do Porto de Buenos Aires (Argentina) no estuário do Rio da Prata.



Figura 1 - Porto de Itajaí (SC)
Fonte: Revista Exame (2014)

3.2.2 Obras portuárias salientes à costa e protegidas por molhe

Porto protegido por obras de abrigo nas quais a estrutura de abrigo tem uma extremidade ligada em terra. É o caso do Portocel (ES), Porto de Imbituba (SC), Complexo Portuário de Tubarão (ES) e do Porto de Suape (PE).



Figura 2 - Porto de Suape em Pernambuco

Fonte: Planalto (2015)

3.2.3 Obra portuária ao largo protegida por quebra-mar

Portos protegidos pela estrutura de abrigo quebra-mar não têm nenhuma das extremidades ligadas a terra e normalmente encontram-se mais afastadas da costa do que molhes de abrigo. É uma solução menos comum que as anteriores, mas é o caso, por exemplo, do Terminal Marítimo de Belmonte (BA), Porto de Pecém (CE) e do Porto de Açu (RJ).



Figura 3 - Quebra-mar localizado no Porto de Pecém (CE)
Fonte: Apolo11 (2010)

3.2.4 Outros Arranjos

Os arranjos portuários descritos em 2.2.1, 2.2.2 e 2.2.3 são os três principais encontrados usualmente, mas existem outros casos mais particulares como de acesso naturalmente abrigados no Tebar da Petrobras em São Sebastião (SP) ou portos-ilha como o Terminal Salineiro Tersab em Areia Branca (RN) cuja operação portuária de carga e descarga de sal é toda realizada a 26 km da costa de Areia Branca.



Figura 4 - Terminal Areia Branca em alto mar (RN)
Fonte: Wikipedia (2007)

3.3 Equipamentos de Movimentação e Instalações de Armazenamento de Cargas

3.3.1 Terminais de Contêineres

Terminais de Contêineres são as instalações terrestres destinadas a receber e movimentar a carga unitizada através dos módulos de transporte de carga conhecidos como contêineres dispostos em dimensões de 20 ou 40 pés de comprimento com 8 pés de largura. A unitização da carga representou uma economia em termos de movimentação de carga e racionalização das operações portuárias.

Em termos de proximidade das instalações de armazenamento de carga e movimentação através dos equipamentos com o navio os requisitos funcionais são semelhantes aos terminais especializados em graneis sólidos quando a movimentação é feita através de portêineres, ou seja, a plataforma de operação deve ser mais extensa que o comprimento do navio e as instalações de armazenamento devem estar relativamente próximas da embarcação (até 1 km).

A largura da plataforma de operação é de geralmente 20 m a 50 m, dependendo do alcance do equipamento de movimentação de carga utilizado. Já as áreas de estocagem podem ter grandes dimensões e dependem do tipo de equipamento utilizado nelas. No caso de haver empilhamento de contêineres (geralmente até 5 ou 6 contêineres) é 2 a 5 m²/t e se não houver empilhamentos e forem usados equipamentos leves, pode chegar até 7 m²/t.

A avaliação da produtividade operacional de um cais em um terminal de contêineres é medida através de parâmetros de produtividade e desempenho, sendo os mais importantes a análise da taxa de ocupação dos berços do terminal, a análise da produtividade dos equipamentos de movimentação no cais por navio e no pátio (TEU/hora, TEU/dia ou TEU/dia.guindaste) e a avaliação do número de contêineres movimentados por berço por ano.

Os principais equipamentos utilizados são:

- Carretas
- *Reachstackers* (Empilhadeiras)
- Transtêineres
- Guindaste sobre Pneus
- *Straddle Carriers*
- Portêineres



Figura 5 – Portêiner (ou *Ship-to-Shore Crane*) do tipo *Super-Post-Panamax* no terminal de contêineres da BTP em Santos(SP)
Fonte: BTP (2013)



Figura 6 - *Reach Stacker* em ação no Porto Seco Centro Oeste (GO)
Fonte: Eadisimas (2015)



Figura 7 - Transtêiner ou RTG Crane no Porto de Oslo na Noruega
Fonte: Kalmar (2016)

3.3.2 Terminais para Granel Sólido

Arranjos portuários nos quais a movimentação de cargas é realizada através da transferência destas dos portões dos navios para silos localizados no porto por meio de diferentes equipamentos ou o oposto, no caso de embarque de carga, que é o caso mais comum nos portos do Brasil, o país com maior volume de exportação de minério de ferro no mundo. As instalações de armazenamento estão localizadas relativamente próximas dos navios.

Ainda que seja a principal carga, não só minério de ferro é transportado nesses terminais, como também carvão e grãos, como soja e milho. Existem diversas instalações portuárias no país que fazem embarque e desembarque de granel sólido, sendo que uma parte dessas instalações trabalham exclusivamente com granel sólido, como Ponta da Madeira no Maranhão, terminal administrado pela Vale, enquanto outras possuem terminais especializados de carga para esse fim, como é o caso do Porto de Santos, porto-alvo de estudo desse trabalho acadêmico. Geralmente, berços especializados no transporte de granel sólido possuem equipamentos modernos de alta capacidade de transferência, o que implica em menor tempo de operação/navio ou capacidade de atender a navios de maior porte e, portanto, aumento da capacidade operacional do porto. São equipamentos como uma recuperadora de carga, um carregador (“*shiploader*”) ou um descarregador (“*shipunloader*”) para a movimentação dos navios para as correias transportadoras. É desejável, ainda que essas estruturas estejam

próximas do berço, já que obstruem o caminho de outros veículos comuns na movimentação de carga em portos.

Dependendo do tipo de carga e a da escolha do projetista de determinado arranjo portuário a estocagem é realizada das seguintes maneiras:

- Pátio de Estocagem a Céu Aberto
- Cobertas
- Silos (principalmente no caso de grãos ou cimento)

Dois conceitos importantes no caso de terminais de granel sólido são: capacidade estática e capacidade dinâmica de armazenagem. A capacidade estática de armazenagem é a quantidade de carga que uma unidade armazenadora de graneis comporta, enquanto a capacidade dinâmica de armazenagem é a quantidade de carga que entrou e saiu de uma unidade armazenadora ao longo do período de um ano.

No caso de terminais dedicados à exportação de granel sólido, existem diversos arranjos portuários. Uma solução comum é através de um eixo radial, na qual o carregador pivota em torno de um ponto fixo que tem em conjunto outra estrutura superior que se conecta com a primeira. Outro arranjo é a solução linear, na qual a extremidade superior de suporte chamada refinamento do radial move-se paralelamente ao costado da embarcação, com a estrutura superior efetuando o mesmo movimento. Existem outras soluções adotadas para arranjos portuários que podem ser mais bem detalhadas em ALFREDINI e ARASAKI (2013).

No caso de materiais estocados a céu aberto em pilhas, se costuma dispor de empilhadeiras e viradores de vagões, que fazem a transferência de carga do minério de ferro para as correias transportadoras e a seguir para as pilhas, onde o material fica estocado até que seja descarregado novamente para o navio. Empilhadeiras podem ter uma taxa de carregamento com capacidade superior a 16 mil toneladas por hora e recuperadoras com capacidade de até 8000 toneladas por hora. Os principais equipamentos utilizados são:

- Empilhadeiras
- Recuperadoras
- Viradores de vagão
- Correia transportadora

No caso de terminais dedicados à importação de granel sólido, os terminais geralmente têm volumes inferiores movimentados por ano e existe uma dificuldade maior de movimentação da carga. Os principais equipamentos utilizados são:

- Guindastes dotados de caçambas de mandíbula
- Rodas de caçamba (são equipamentos com movimentação contínua)
- Sugadores de grãos e outros dispositivos pneumáticos



Figura 8 - Carregamento de Soja no Porto de Santos (SP)
Fonte: Gazeta do Povo (2014)



Figura 9 - Empilhadeira de grandes proporções no Terminal Marítimo de Ponta da Madeira (MA)
Fonte: Vale (2015)

3.3.3 Terminais para Granel Líquido

São terminais focados no transporte de carga líquida, principalmente óleo e gás liquefato. Ao contrário do que ocorre nos terminais de contêineres, as áreas de armazenagem da carga não necessitam estar próximas dos navios que carregam ou descarregam a carga. A movimentação da carga é geralmente através de dutos e elementos conectados por estruturas leves. O transporte por oleoduto submarino ou terrestre para os tanques de armazenagem dos tanques pode ser realizado a grandes distâncias sem grandes custos associados e elevadas dificuldades logísticas.

Existe uma diferença na movimentação de cargas entre as embarcações e os tanques de armazenagem. Enquanto na descarga, a operação é efetuada através de bombas da embarcação, no carregamento essa movimentação é propiciada pelo próprio terminal de granel líquido.

O berço é constituído normalmente de uma plataforma central de movimentação e estruturas de amarração e acostagem das embarcações, que podem ter profundidade superior a 24 metros. O grande calado de navios, como os que carregam petróleo, representa uma grande dificuldade nestes terminais e é solucionado normalmente com maiores distâncias entre o cais do porto e a embarcação. A carga é então transferida através de dispositivos flexíveis como um mangote de borracha e arame de aço ou um braço de movimentação de carga composto de tubos metálicos rígidos conectados por juntas giratórias. Após a movimentação da carga, a estocagem é feita em tanques de armazenagem cilíndricos de aço cobertos.

No caso de terminais de gases liquefeitos ou refrigerados, como o Gás Liquefeito de Petróleo – GLP, os berços têm arranjos portuários similares aos dos terminais de petróleo, mas possuem restrições maiores de distância da embarcação às instalações portuárias. Devido ao perigo associado à operação com esse tipo de carga inflamável, existe também a necessidade de um abrigo muito bem projetado. O gás é armazenado em tanques especiais adequados para baixas temperaturas e altas pressões.

Os terminais ainda podem operar através de boias com limitação de 4,5 m nas ondas de projeto e conexão com a embarcação através de dutos flexíveis. Essa operação pode ser arranjada com um quadro de boias de amarração, uma solução mais convencional e barata, ou através de uma monoboia. Nesse último caso, como no terminal TEDUT em Tramandaí (RS), a amarração é feita com somente um cabo lançante de proa e a embarcação pode girar mais livremente em função do seu próprio eixo.



Figura 10 - Terminal Marítimo de Angra dos Reis (RJ) para exportação de petróleo pela Petrobras
Fonte: Petrobras (2014)



Figura 11 - Terminal de carga/descarga de petróleo e derivados com solução em monoboia em Tramandaí (RS)
Fonte: Jornal do Comercio (2012)



Figura 12 - Terminal Aquaviário de Santos (RJ) com movimentação de GLP e Petróleo operado pela Transpetro
Fonte: Petrobras (2015)

4 Metodologia

A metodologia para o trabalho proposto está principalmente relacionada à busca de dados e informações que sirvam de base para responder às perguntas e objetivos estabelecidos inicialmente. Para tal, há diversas publicações dentro da Engenharia Portuária que poderiam ser utilizadas, mas foram duas as principais neste trabalho:

- Engenharia Portuária, Paolo Alfredini e Emilia Arasaki, 1ª Edição, Editora Blucher, 2013
- Port Designer's Handbook, Carl Thoresen, 1ª Edição, Editora ICE, 2014

O levantamento e análise majoritariamente qualitativa das informações coletadas destes livros e de outras fontes como o site da CODESP, além de apresentações e relatórios técnicos ligados ao Porto de Santos e notícias em sites especializados, permitiu checar as conclusões para as propostas do começo do trabalho e as formulações de zoneamento para portos e os terminais de carga relacionados.

Assim o trabalho ficou dividido em duas partes principais: Estudo e Caracterização dos Terminais Portuários e Aplicação para o Caso de um Porto Estuarino.

4.1 Estudo e Caracterização dos Terminais Portuários

Para esta etapa, predominantemente foram utilizadas as duas referências bibliográficas citadas acima, já que foi necessário antes de tudo um estudo preliminar de diversos conceitos de Engenharia Portuária que seriam necessários para responder aos objetivos estabelecidos. Foram alguns deles:

- Classificação e tipos de portos;
- Arranjo das obras portuárias;
- Berços e terminais de carga;
- Equipamentos de movimentação de cargas e as instalações para armazenamento em um porto;
- Zoneamento portuário;

Além disso, o levantamento dos conceitos por trás de operação e planejamento de terminais portuários por si só não seria suficiente para responder as propostas do trabalho, já que a implantação das estruturas portuárias e a expansão através de obras hidráulicas em um porto dependem das dimensões da frota de navio que vai operar nesse porto.

Então, foi necessário antes pesquisar os navios-tipo que operam para cada tipo de terminal de carga. Contudo, já que existe uma diversidade e amplitude muito grande das dimensões das embarcações para cada tipo de carga transportada, era preciso relacionar estes navios com a situação dos principais portos brasileiros dentro do comércio internacional e aplicar as hipóteses do perfil da frota para um caso de arranjo portuário mais específico: aqueles portos localizados em estuários.

4.2 Estudo e Aplicação para o Caso de um Porto Estuarino

Nesta etapa, em primeiro lugar foi definido que o porto de interesse para aplicação dos conceitos de Engenharia Portuária levantados na primeira etapa seria o Porto de Santos.

A escolha se deu por diversos fatores, sendo os principais, ligados ao fato do porto atender às hipóteses estabelecidas, preliminarmente, para a estratégia de zoneamento. Ou seja, o fato do porto estar localizado em uma região estuarina, a variedade de terminais de carga existentes e o estrangulamento do porto em uma região urbana altamente adensada. Ainda, é o mais importante porto no cenário portuário nacional e está em processo recente de implantação de obras de dragagem para aumentar o calado máximo navegável. Essa ocupação urbana em volta tem como consequência dificultar e restringir a expansão física do porto. Todos estes fatores somados demandaram a proposta final do trabalho, um estudo de rezoneamento dos terminais de carga para otimizar a capacidade operacional de um porto estuarino.

Com a finalidade de aplicar a metodologia estabelecida no Porto de Santos, primeiro foi necessário realizar um levantamento básico da história deste para identificar como e porque este conseguiu atingir o patamar que tem hoje em termos de quantidades movimentadas e da diversidade de terminais de carga que operam em sua região.

Após, foi realizado para um levantamento do último Plano de Desenvolvimento e Zoneamento Portuário do Porto de Santos de 2006. Entretanto, devido à data da publicação desatualizada em relação ao contexto atual, muitos aspectos levantados a respeito dos terminais já mudaram e houve propostas a médio e longo prazo que nunca saíram do papel ou tiveram profundas mudanças ao serem implantadas. Ainda assim, foi importante seu estudo para identificar características ligadas ao acesso, transporte e infraestrutura do porto que permaneceram, e as diretrizes propostas pela Autoridade Portuária que foram efetivamente implantadas ao longo desses 10 anos da última publicação do plano.

A caracterização do Porto de Santos, a partir das informações fornecidas principalmente pela CODESP, foi uma etapa posterior que permitiu identificar o posicionamento e zoneamento atual dos terminais portuários, as regiões de concentração de terminais para cada tipo de carga, a infraestrutura de acesso aos terminais e o levantamento batimétrico da região estuarina do Porto de Santos, através de relatórios técnicos, como os da COPPE. Somente com tais informações, levantadas e conhecidas, seria possível fazer uma proposta de rezoneamento dos terminais portuários pertinente para o caso em questão.

Por fim, através dos conceitos e conclusões a partir da primeira etapa do trabalho e as informações levantadas sobre o caso estudado na segunda etapa, foi possível relacioná-los e chegar a uma proposta de zoneamento dos terminais do Porto de Santos. Para esta proposta, se espera que possa melhorar a logística e capacidade de operação e movimentação de carga dos terminais portuários em uma região estuarina limitada fisicamente pelas condições naturais do corpo d'água em questão e as condições físicas da área do porto condicionadas pela ocupação urbana ao seu redor.

5 Estudo dos Terminais de Carga e Navios-Tipo

A determinação do arranjo portuário ideal para uma região estuarina, como é o caso de Santos, passa primeiro pelo estudo do posicionamento dos terminais portuários, de acordo com o tipo de carga e da batimetria da região. Procura-se minimizar custos com obras de dragagem, tendo em vista que, além dos custos elevados de implantação, estas têm de ser mantidas por dragagem de manutenção periódica de modo a não retornar a geometria da calha fluvial original.

A diferença deste estudo em relação ao capítulo 3.3 é que enquanto no último faz-se uma revisão dos principais equipamentos envolvidos e do arranjo portuário convencional para cada terminal pelo tipo de carga movimentada, este complementa a caracterização dos terminais com a avaliação dos navios-tipo predominantes para os principais tipos de carga movimentados pelos diversos terminais de porto e as correspondentes dimensões necessárias do Canal de Acesso e da Área de Manobra.

Foram usadas como referências para as dimensões dos navios que transportavam cada tipo de carga as tabelas fornecidas por ALFREDINI e ARASAKI (2013) e THORESEN (2014).

5.1 Contêineres

Um Terminal de Contêineres moderno, diferente de como era no passado no qual o padrão de referência do berço de atracação, do canal de acesso e da área de manobra era de um Navio *Panamax*, isto é, o navio-tipo que atendia as dimensões do Canal do Panamá (largura = 32,0 m; comprimento = 294,1m; calado = 12,0m), hoje convive com embarcações com dimensões muito superiores. O porto moderno deve ser concebido de forma que tenha equipamentos de movimentação de carga e dimensões das áreas portuárias que recebam diversos tamanhos de embarcações como navios *Post-Panamax*, *Post-Panamax-Plus*, *New Panamax*, *Post New Panamax* ou até *Triple E* que podem acomodar até 18.000 TEUs. São navios como o Maersk Triple E (comprimento = 400 m; boca = 59 m; calado = 16 m) com 18.340 TEUs de capacidade e 165.000 TPB ou os MSC Oscar, Zoe e Oliver (comprimento = 395,4 m; boca = 59 m; calado = 16 m) com 19.224 TEUs de capacidade e 197.362 TPB de porte bruto. Navios deste porte são um desafio técnico e logístico para a implantação e planejamento de qualquer terminal portuário de carga containerizada.

Navios com dimensões tão elevadas, ao mesmo tempo em que significam grandes custos envolvidos na implantação do terminal portuário, do canal de acesso, ampliação do berço de atracação, do pátio de armazenagem, aquisição de equipamentos caros como portaineres e na adaptação do porto para operar com embarcações de maiores dimensões através das obras de dragagem, significa também grandes retornos financeiros para o porto, aumento do número de cargas movimentadas/ano e maior grau de competitividade no mercado internacional.

Seguem as características dos navios que operam com contêineres para cada faixa de Porte Bruto (em tonelada porte bruto – TPB), as dimensões padrões dos navios de acordo com

THORESEN (2014) e, ainda, uma relação das dimensões necessárias do canal de acesso do porto para cada navio-tipo que opera com contêineres.



Figura 13 - MSC Oscar no Porto de Rotterdam
Fonte: MSC (2015)

Tabela 1 - Dimensões Típicas de Navio Porta-Contêineres de acordo com o Porte Bruto

Porte Bruto (TPB)	Comprimento (m)	Boca (m)	Calado Máximo (m)
165.000	400	59,0	16,0
156.900	397	56,4	15,5
<i>Post-Panamax</i>			
104.000	340	42,8	14,5
85.000	320	42,0	14,2
70.000	285	41,8	14,0
60.000	260	38,0	13,4
<i>Panamax</i>			
55.000	270	32,2	12,5
50.000	260	32,2	12,5
40.000	235	32,2	11,8
30.000	210	30,5	10,8
20.000	175	26,0	10,0
15.000	152	23,5	8,7
10.000	130	21,0	7,6
7.000	120	20,0	6,8

Fonte: THORESEN (2014)

Tabela 2 - Dimensões Típicas de Navio Porta-Contêineres de acordo com o Tipo

Descrição	Capacidade (teus)	Calado Médio (m)	Largura Média (m)	Comprimento Médio (m)
<i>Small Feeder</i>	≤500	6,01	17,00	104,22
<i>Feeder</i>	500-1000	7,69	21,03	133,04
Navio Porta-Contêineres de pequeno porte	1001-2000	9,49	25,84	168,92
Navio Porta-Contêineres de médio porte	2001-3500	11,50	31,04	217,67
<i>Panamax</i>	3501-5000	12,70	32,63	272,26
<i>Post-Panamax</i>	5001-7500	13,80	39,09	293,30
<i>Very Large Post-Panamax</i>	7501-9500	14,43	43,56	334,37
<i>Ultra Large Post-Panamax</i>	≥9500	15,19	47,90	259,25

Fonte: THORESEN (2014)

A título de comparação, para um porto que espere receber navios de padrão *Panamax*, o canal de acesso não deve ter menos do que 117,5 metros de largura, considerando um canal de acesso de via única e com restrição parcial no talude de escavação, e 13,80 metros de profundidade (com a folga de 10% do calado máximo do navio de projeto na avaliação da profundidade do canal), segundo as recomendações da NBR 13.246(1995). Se fosse um porto com canal de acesso de via dupla, a largura do canal de acesso com navio de projeto *Panamax* chegaria a 221,9 metros, novamente pelas recomendações da NBR 13.246(1995). Para o berço de atracação os mesmos valores de profundidade são preconizados que para o canal de acesso.

Já para o porto moderno e concebido de forma a atender à pelo menos as embarcações *Post-Panamax*, ou mesmo maiores como *Very* e *Ultra Large Post-Panamax*, com capacidade superior a 15.000 TEUS, as dimensões do canal de acesso são mais elevadas e foram avaliadas comparando os valores médios da Tabela 2 de THORESEN(2014) com as recomendações da NBR 13.246(1995).

Tabela 3 - Dimensões Náuticas Portuárias do Canal de Acesso de acordo com o navio-tipo de carga de Contêineres

Porte Bruto (TPB)	Canal de Acesso		
	Largura - Via Única (m)	Largura - Via Dupla (m)	Profundidade (m)
<i>Small Feeder</i>	61,20	115,60	6,61
<i>Feeder</i>	75,71	143,00	8,46
Navio Porta-Contêineres de pequeno porte	93,02	175,71	10,44
Navio Porta-Contêineres de médio porte	111,74	211,07	12,65
<i>Panamax</i>	117,47	221,88	13,97
<i>Post-Panamax</i>	140,72	265,81	15,18
<i>Very Large Post-Panamax</i>	156,82	296,21	15,87
<i>Ultra Large Post-Panamax</i>	172,44	325,72	16,71

Fonte: THORESEN (2014); NBR 13.246 (1995)

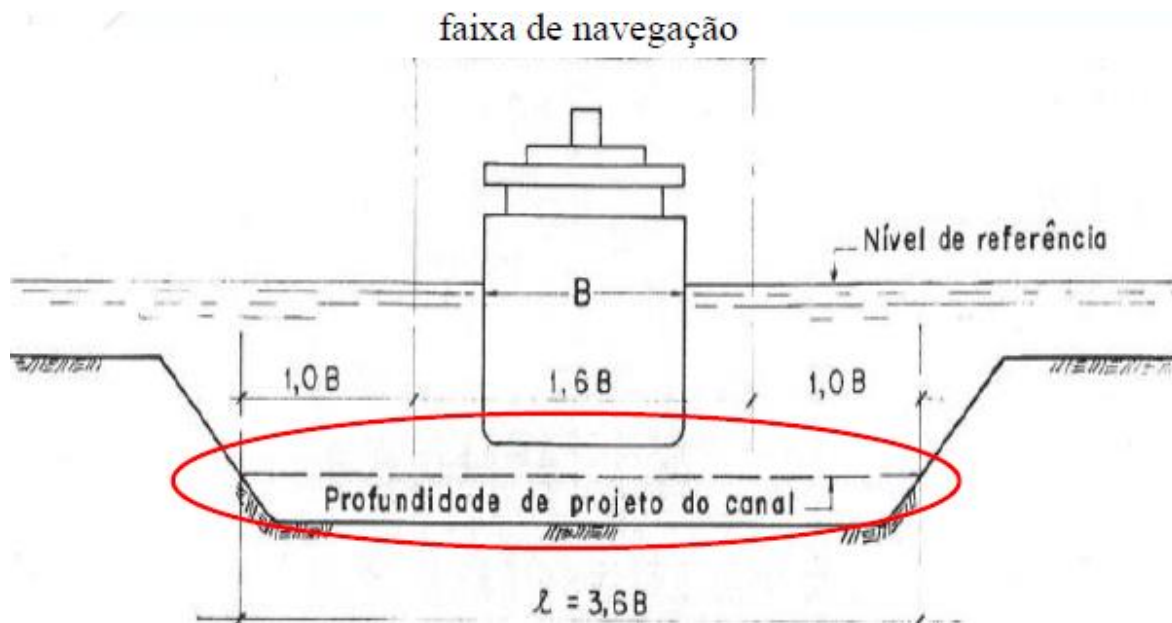


Figura 14 - Dimensões de um Canal de Acesso de Via Única
Fonte: NBR 13.246 (1995)

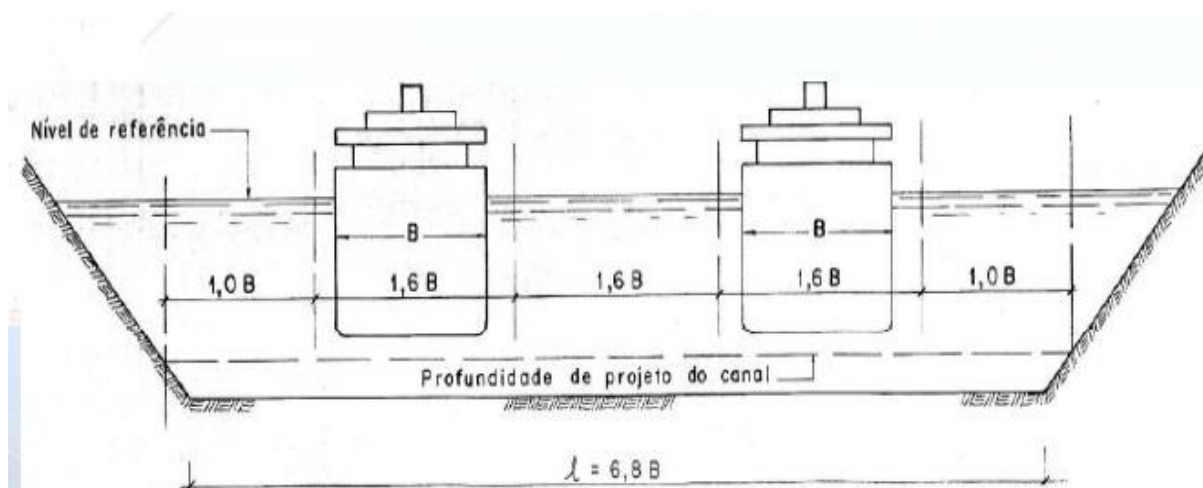


Figura 15 - Dimensões de um Canal de Acesso de Via Dupla
Fonte: NBR 13.246 (1995)

5.2 Granel Sólido

Terminais de Granel Sólido podem ter dimensões consideráveis e diversos layout e arranjos portuários possíveis. Estes podem operar com granel sólido mineral como é o caso de Ponta de Madeira (MA) e também granel sólido de origem vegetal, como os terminais da Adm do Brasil LTDA. e da CitroSuco na Margem Direita do Porto de Santos (SP).

No caso do Brasil, os terminais de granel sólido são quase todos voltados para exportação, tal qual o arranjo portuário deles, já que o país tem grande produção de grãos (com destaque para o milho e a soja), e de minério de ferro, operado principalmente pela empresa Vale.

A operação nas áreas de movimentação de carga e o armazenamento destas é em geral altamente especializada e dotada de equipamentos modernos com alta transferência de carga, o qual aumentam consideravelmente a rotatividade dos berços e o número de embarcações que podem ser atendidas por cais ao longo de um ano no porto.

Do lado das empresas que operam os navios, a utilização de navios cada vez maiores compensa a distância para os grandes centros consumidores de minério de ferro e grãos no mundo. Seja este fato em função da não disponibilidade de territórios ou fontes para produzi-los, como é o caso da Europa e do Japão, ou pelas taxas elevadas de crescimento e a população significativamente grande que gera alta demanda por granel sólido, que é o caso principalmente da China e da Índia.

Seguindo essa lógica e buscando se tornar cada vez mais competitiva no mercado internacional em face de outros centros distribuidores com distâncias geográficas menores de transporte como na Austrália (Rio Tinto) e no Canadá (BHP), empresas nacionais como a Vale têm investido em embarcações com dimensões consideráveis, chegando ao pico em 2011 com a entrada em operação dos navios Valemax (dimensões: comprimento = 362m; boca = 65m; calado = 23m).

Para o caso de granel sólido de origem vegetal, ainda não é necessário que os terminais estejam preparados para navios com calado superiores a 20 metros de profundidade, tal qual o caso de Ponta de Madeira (MA) e Rotterdam (Holanda). Contudo, todo porto nacional que planeja se tornar competitivo e preparado para atender as embarcações-tipo com maior tendência de operarem no futuro no mercado internacional de granel sólido deve buscar preparar-se para atender a navios graneleiros cada vez maiores e isso inclui calado muitas vezes superior a 15 metros de profundidade.

Segue a relação da faixa de operação dos navios *Bulk-Carriers*:

Tabela 4 - Dimensões Típicas de Navios Bulk-Carriers

Porte Bruto (TPB)	Comprimento (m)	Boca (m)	Calado Máximo (m)
10.000	130	18,0	7,5
20.000	160	23,5	9,3
40.000	195	29,0	11,5
60.000	220	33,5	12,8
80.000	240	36,5	14,0
100.000	255	39,0	15,3
125.000	275	41,5	16,5
150.000	290	44,0	17,5
200.000	315	48,5	19,0
250.000	335	52,5	20,5
300.000	250	56,0	21,8
350.000	362	59,0	23,0
400.000	375	62,5	24,0

Fonte: ALFREDINI e ARASAKI (2013)

Tabela 5 - Dimensões Náuticas Portuárias do Canal de Acesso de acordo com o navio-tipo de carga de Granel Sólido

Porte Bruto (TPB)	Canal de Acesso		
	Largura - Via Única (m)	Largura - Via Dupla (m)	Profundidade (m)
10.000	64,80	122,40	8,25
20.000	84,60	159,80	10,23
40.000	104,40	197,20	12,65
60.000	120,60	227,80	14,08
80.000	131,40	248,20	15,40
100.000	140,40	265,20	16,83
125.000	149,40	282,20	18,15
150.000	158,40	299,20	19,25
200.000	174,60	329,80	20,90
250.000	189,00	357,00	22,55
300.000	201,60	380,80	23,98
350.000	212,40	401,20	25,30
400.000	225,00	425,00	26,40

Fonte: ALFREDINI e ARASAKI (2013); NBR 13.246 (1995)



Figura 16 - Navio Valemax
Fonte: Vale (2011)

5.3 Granel Líquido

Como detalhado no capítulo 3.3.3 relacionado a terminais de granel líquido, estes terminais não exigem, ao contrário do granel sólido, uma plataforma de cais de acostagem junto ao porto bem definida. A operação de carga e descarga pode ser realizada a grandes distâncias das áreas de armazenamento através de dutos e mangotes. Porém, a armazenagem é feita em tanques de dimensões consideráveis e que devem estar a uma distância mínima significativa um do outro devido ao risco envolvido no armazenamento da carga inflamável.

Em muitos terminais é comum uma solução na forma de trapiche para a plataforma de acostagem, como é o caso do Terminal de Angra do Reis (RJ) representado na Figura 10 deste trabalho. A vantagem é que a plataforma mais distante o possível da costa implica em economia nos custos de dragagem na implantação do terminal e a possibilidade de atracação e operação de navios maiores que, conseqüentemente, exigem maiores calados máximos navegáveis na região.

Como representado na Tabela 8, para o caso da operação com gás as dimensões do navio dificilmente superam um calado de 12,0 m o que é apropriado mesmo para um porto estuarino com operação de dragagem periódica. Já para a operação com carga de petróleo bruto, os navios modernos que operam a carga no cenário atual podem ter calado superior a 21,0 m. Isto representa uma grande dificuldade para implantação de portos em regiões estuarinas, como é o caso do Porto de Santos, objeto de estudo do trabalho, e terminais que recebem navios deste porte normalmente são implantadas através de terminais externos e *off-shore*.

Tabela 6 - Dimensões Típicas de Navios de Granel Líquido

Porte Bruto (TPB)	Comprimento (m)	Boca (m)	Calado Máximo (m)
Navios-Tanque (Produtos Químicos)			
3.000	90	13,0	6,0
5.000	110	15,0	7,0
10.000	145	19,0	7,8
20.000	174	24,5	9,8
30.000	188	28,0	10,8
40.000	200	30,0	11,8
50.000	210	32,2	12,6
Petroleiros			
60.000	217	26,0	13,0
70.000	225	38,0	13,5
80.000	235	40,0	14,0
100.000	250	43,0	15,1
125.000	270	46,5	16,0
150.000	285	49,5	16,9
175.000	300	52,5	17,7
VLCC*			
200.000	310	55,0	18,5
225.000	320	57,0	19,3
250.000	330	59,0	19,9
275.000	340	61,0	20,5
300.000	350	63,0	21,0
ULCC**			
350.000	365	65,5	22,0
400.000	380	68,0	23,0
500.000	415	73,0	24,0

Fonte: ALFREDINI e ARASAKI (2013)

*VLCC – Navios *Very Large Cruise Carrier*

**ULCC – Navios *Ultra Large Cruise Carrier*

Tabela 7 - Dimensões Náuticas Portuárias do Canal de Acesso de acordo com o navio-tipo de carga de Granel Líquido

Porte Bruto (TPB)	Canal de Acesso		
	Largura - Via Única (m)	Largura - Via Dupla (m)	Profundidade (m)
Navios-Tanque (Produtos Químicos)			
3.000	46,80	88,40	6,60
5.000	54,00	102,00	7,70
10.000	68,40	129,20	8,58
20.000	88,20	166,60	10,78
30.000	100,80	190,40	11,88
40.000	108,00	204,00	12,98
50.000	115,92	218,96	13,86
Petroleiros			
60.000	93,60	176,80	14,30
70.000	136,80	258,40	14,85
80.000	144,00	272,00	15,40
100.000	154,80	292,40	16,61
125.000	167,40	316,20	17,60
150.000	178,20	336,60	18,59
175.000	189,00	357,00	19,47
VLCC*			
200.000	198,00	374,00	20,35
225.000	205,20	387,60	21,23
250.000	212,40	401,20	21,89
275.000	219,60	414,80	22,55
300.000	226,80	428,40	23,10
ULCC**			
350.000	235,80	445,40	24,20
400.000	244,80	462,40	25,30
500.000	262,80	496,40	26,40

Fonte: ALFREDINI e ARASAKI (2013); NBR 13.246 (1995)

Tabela 8 - Dimensões Típicas de Navios de Granel Líquido

Capacidade (m ³)	Comprimento (m)	Boca (m)	Calado Máximo (m)
GNL (Gás Natural Liquefeito)			
29.000	182	29,0	9,0
65.000	214	37,8	9,8
87.600	250	40,0	10,6
125.000	272	47,2	11,4
137.000	290	48,1	11,3
145.000	288	49,0	12,3
163.700	292	45,2	11,6
168.000	298	48,7	11,9
200.000	340	51,3	12,0
220.000	365	53,8	12,5
250.000	369	55,7	12,8
GPL (Gás de Petróleo Liquefeito)			
2.500	75	14,0	6,8
5.000	106	17,0	7,4
8.300	128	20,0	9,4
15.000	151	25,0	9,6
24.000	157	25,3	10,1
35.000	185	27,8	12,5
52.000	206	31,4	11,3
75.000	229	36,0	12,1

Fonte: THORESEN (2014)

5.4 Roll-on/ Roll-off

A convenção de berços para atender a navios *Roll-on/Roll-off* costuma ser simples e pouco custosa quando existe variação moderada no nível d'água. É previsto no berço de atracação a construção de uma rampa de acesso para a descarga do navio junto à área de movimentação de cargas e, pela própria natureza da carga, não é necessário a instalação de gruas para transporte da carga já que se locomove sozinha por ação de um operador. A largura do cais de atracação é da ordem de 20 a 35 metros e quando a atracação se dá perpendicularmente ao cais, devem ser previstos *dolphins* ou cais de atracação. Mais detalhes do layout e características de um terminal com capacidade de receber navios *Roll-on/ Roll-off* podem ser encontrados em P.I.A.N.C. (1978).

Tabela 9 - Dimensões Típicas de Navios Ro-Ro

Porte Bruto (TPB)	Comprimento (m)	Boca (m)	Calado Máximo (m)
5.000	121	19,3	6,0
10.000	153	23,4	7,4
15.000	177	26,2	8,4
20.000	197	28,6	9,1
25.000	216	31,0	9,6
30.000	231	32,0	10,2
35.000	245	32,2	10,8
40.000	260	32,2	11,4
45.000	275	32,2	12,0
50.000	287	32,2	12,4

Fonte: ALFREDINI e ARASAKI (2013)

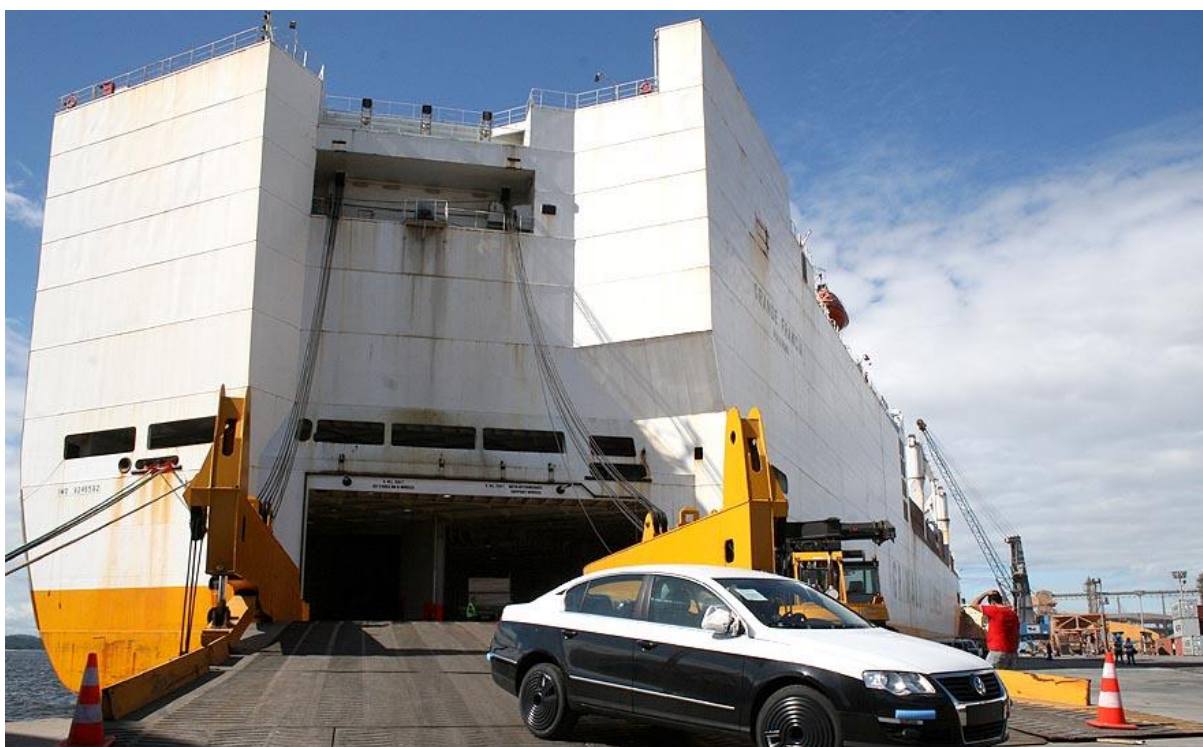


Figura 17 - Terminal Roll-on/Roll-off no Porto de Paranaguá(PR)

Fonte: Portos do Paraná (2008)

5.5 Carga Geral

Terminais de Carga Geral movimentam qualquer carga que não seja transportada na forma unitizada (contêineres), como celulose, madeira, café em sacos, lingotes de cobre e alumínio, placas de aço, etc, isto é, uma diversidade grande de cargas.

Enquanto nos arranjos portuários antigos era comum uma plataforma que intercalasse os acessos rodoviários e ferroviários junto aos cais com uma largura da ordem de 13,0 m, atualmente, na plataforma moderna, deve haver uma curta e larga via de rodagem entre a embarcação atracada e a área de estocagem na qual há a circulação de veículos envolvidos na movimentação da carga, como empilhadeiras e carretas. A largura da plataforma é da ordem de 30 m e o comprimento do berço é igual ao comprimento do navio (m) somado a boca do navio (m).

Além da área do cais de atracação, deve haver um pátio de estocagem ou uma área para armazenamento coberto das cargas com uma largura de 40 m a 60 m e um acesso de via de rodagem ou ferroviário da ordem de 20 m a 30 m. Pode ser que haja armazéns adicionais envolvidos e outros pátios de estocagem, mas, geralmente, a largura total de um pátio de carga geral é de até 130 m.

Em função da diversidade de cargas movimentadas envolvidas, os equipamentos de movimentação de carga geral devem ser os mais flexíveis possíveis, como empilhadeiras (para distâncias percorridas inferiores a 100 m), guindastes de pórtico, guindastes sobre trilhos e guindastes móveis, que circulam junto ao cais de atracação e o pátio de estocagem.

É esperado que nestes terminais, para portos eficientes, haja movimentação e operação de cargas nos terminais 24 horas/dia e uma movimentação anual de carga geral da ordem de 600 a 800 t/m de cais.

Tabela 10 - Dimensões Típicas de Navios de Carga Geral

Porte Bruto (TPB)	Comprimento (m)	Boca (m)	Calado Máximo (m)
2.500	85	13,0	5,0
5.000	105	15,8	6,4
10.000	133	19,8	8,0
15.000	152	22,6	9,2
20.000	166	24,8	10,0
25.000	178	26,4	10,7
30.000	188	27,7	11,3
35.000	199	28,9	12,0
40.000	209	30,0	12,5

Fonte: ALFREDINI e ARASAKI (2013)

Tabela 11 - Dimensões Náuticas Portuárias do Canal de Acesso de acordo com o navio-tipo de carga de Carga Geral

Porte Bruto (TPB)	Canal de Acesso		
	Largura - Via Única (m)	Largura - Via Dupla (m)	Profundidade (m)
2.500	46,80	88,40	5,50
5.000	56,88	107,44	7,04
10.000	71,28	134,64	8,80
15.000	81,36	153,68	10,12
20.000	89,28	168,64	11,00
25.000	95,04	179,52	11,77
30.000	99,72	188,36	12,43
35.000	104,04	196,52	13,20
40.000	108,00	204,00	13,75

Fonte: ALFREDINI e ARASAKI (2013); NBR 13.246 (1995)



Figura 18 - Terminal da Fibria Celulose S.A. de Carga Geral na Margem Direita do Porto de Santos (SP)

Fonte: Estadão (2014)

6 Estratégia de Zoneamento de Terminais de Carga para Portos Estuarinos

Tendo como base o estudo dos terminais de carga no capítulo 5, é agora possível chegar a uma definição de como se devem posicionar os terminais de carga em um porto a partir da frota de navios-tipo que opera nos terminais. Entretanto, a definição de zoneamento é muito variável e depende da adoção de um número limitado de hipóteses para que seja possível chegar a uma concepção baseada nos conceitos estudados preliminarmente. São elas:

- (i) O porto analisado é multi-modal, isto é, não é especializado para somente uma carga movimentada e possui os diversos terminais de carga especializados: granel sólido, granel líquido, carga geral solta, e carga containerizada.
- (ii) O porto já existe ou está sendo implantado em uma região estuarina. É essencial que seja definido o arranjo da obra portuária já que características de portos estuarinos, salientes à costa e protegidos por molhes, ou ao largo e protegidos por quebra-mar são muito diferentes. Importantes aspectos os diferenciam como: os impactos ambientais e no transporte de sedimentos da região com a implantação do porto, a distância para os centros urbanos, a questão de acessos dos modais de transporte, e, principalmente, a limitação em relação às dimensões náuticas dos acessos portuários. Assim, o zoneamento dos terminais demanda uma atenção especial pelas características naturais específicas em relação aos outros arranjos. Em portos estuarinos as características hidrodinâmicas e sedimentológicas dos corpos d'água, ligadas ao regime de vazão do rio e a maré, fazem com que a região seja altamente sujeita a assoreamentos e haja dificuldade de se manter a profundidade máxima navegável acima daquelas naturais do estuário através de obras de dragagem. Além disso, existe um limite natural demarcado pelas margens do estuário em relação à largura do canal de acesso. Essa situação se acentua quanto mais afastado da embocadura do estuário estiverem os terminais portuários. Por isso é tão importante o estudo e implantação planejada e otimizada dos terminais de carga de um porto estuarino.
- (iii) A região estuarina já teve ocupação urbana inclusive nas margens do rio e concentrada principalmente junto à costa.
- (iv) Ainda que a questão dos acessos terrestres seja abordada, não há dados iniciais ainda considerados a respeito da forma, quantidade e posicionamento desses acessos de transporte no porto estuarino considerado.
- (v) O porto em questão, multi-modal e estuarino, não faz movimentação de cargas de granel sólido mineral e óleo cru. Portos que movimentam este tipo de carga normalmente são terminais especializados para movimentação de uma única carga e estão preparados e adaptados para todas as exigências específicas que a implantação destes terminais exige. É o caso por exemplos dos terminais de Angra dos Reis (RJ) para movimentação de petróleo e de Ponta da Madeira (MA) para movimentação de minério de ferro.

Em face destas hipóteses há três aspectos principais considerados no posicionamento dos terminais de carga de um porto estuarino: a profundidade, a área do terminal e os acessos terrestres que os terminais demandam.

6.1 Profundidade

Ao longo do capítulo 5, verificaram-se as dimensões do canal de acesso e berço de atracação necessária para a implantação em um porto dos terminais de cargas a partir das medidas dos navios-tipo.

Para um porto saliente a costa ou ao largo atingir maiores profundidades e maiores larguras do canal de acesso é uma obra de engenharia menos complexa do que para aqueles portos estuarinos, devido às limitações geográficas do terreno e as características hidrodinâmicas de um sistema estuarino. Para estuários, a própria distância entre as margens do rio pode impor a limitação natural do canal de acesso inferior a 220 metros de largura (para o caso do *Panamax* com uma via dupla no canal de acesso). Se não for esse o caso, a dinâmica sedimentológica de sistemas estuarinos com regime de cheias natural do rio e o regime de marés semi-diurna (ou mista dependendo da localização para qual o porto está sendo implantado ou existe no Brasil) impõe restrições e dificuldades maiores de manutenção de uma profundidade navegável muito superior àquela profundidade original do rio em questão.

O que se avalia quando se imagina a aplicação destas conclusões e análise de terminais de carga e navios-tipo a respeito da compatibilidade das dimensões do canal de acesso, da bacia do berço e do fundeadouro em um porto estuarino é que é necessário avaliar principalmente qual dos terminais de carga exige maiores profundidades.

Para uma avaliação de movimentação de carga limitada a granel sólida de origem vegetal e derivados de petróleo ou produtos químicos, os terminais de carga que exigem maiores profundidades são os de contêiner.

Para navios graneleiros de até 80.000 TPB, em geral o padrão de peso para navios que transportam grãos, o calado máximo é da ordem de 14,0 m (Tabela 4). Já para navios *Post-Panamax*, ou classes superiores, no caso de contêineres, o padrão de calado que deve ser visado como tendência do setor na implantação destes terminais tem uma faixa que vai desde 14,0 m até 16,0 m. Para navios que movimentam derivados de petróleo um calado de até 13,0 m é aceitável. Assim, o posicionamento dos terminais de carga containerizada, se dentro do possível, deve ser preconizado em trechos aonde o calado seja maior ou mais fácil mantê-lo através de dragagem. Estes locais são tipicamente mais próximos da embocadura do estuário.

Já para terminais de granel sólido e granel líquido, em relação à profundidade, podem ser buscadas regiões no estuário com menores profundidades máximas navegáveis, caso não sejam constantes ao longo do canal de acesso do porto, sendo que no caso dos terminais de granel sólido a exigência de calado é levemente maior.

Portanto, em termos de maior exigência de profundidade navegável, no canal de acesso e no berço de atracação, a ordem decrescente de exigência para o caso preconizado é:

- 1º Terminais de Contêineres.
- 2º Terminais de Granel Sólido.
- 3º Terminais de Granel Líquido.
- 4º Terminais de Carga Geral.

6.2 Área do Terminal

Em relação à área dos terminais de carga, como avaliado ao longo do capítulo 3.3 do trabalho, há terminais que em função da forma como operam e as necessidades quanto à armazenagem de carga exigem maiores ou menores áreas disponíveis no porto para movimentação de carga.

Terminais de contêineres exigem uma plataforma de operação extensa e, quando modernos, fazem uso de diversos equipamentos de grande porte junto ao cais e na plataforma de operação e movimentação de cargas, como portêineres e transtêineres. Dos terminais de carga, tal qual terminais de carga geral solta, os terminais de contêineres são aqueles cujas instalações de armazenamento devem estar mais próximas da embarcação. A largura da plataforma de operação é de geralmente até 50,0 m e de uma extensão variada. Ainda que as áreas de estocagem possam ter grandes dimensões, o armazenamento pode ser otimizado já que os contêineres podem ser empilhados em colunas, que pode chegar a um fator de ocupação de carga de até 2 m²/t, segundo ALFREDINI e ARASAKI (2013), reduzindo a área de estocagem necessária no porto.

Já para terminais de granel sólido, há uma exigência de grandes áreas disponíveis para armazenagem de carga e dos equipamentos de movimentação destas. A armazenagem pode ser feita a céu aberto, em pilhas de formato variado, quando não há problemas de degradação da carga, ou ainda, pode estar coberta para proteger a carga de intempéries, ou, por último, pode ser retida temporariamente em silos. Como no caso do porto estuarino avaliado, a carga se trata de grãos principalmente, é necessário que a estocagem seja feita em silos. Tratando-se de grãos ou de minérios, quando há grande movimentação de carga, o terminal exige grandes áreas de armazenagem, além de espaço disponível para acesso preferencialmente ferroviário e estruturas como correias transportadoras e viradores de vagão. É comum e recomendado, quando possível, o layout em pera ferroviária, na qual a malha ferroviária dá uma volta completa no terminal para realizar a operação de descarregamento da carga. É um layout de terminal que possui a desvantagem de exigir uma grande área disponível no porto para implantação, mas tem a vantagem de facilitar a operação do modal ferroviário e de poupar tempo na operação de transporte da carga de granel sólido no terminal.

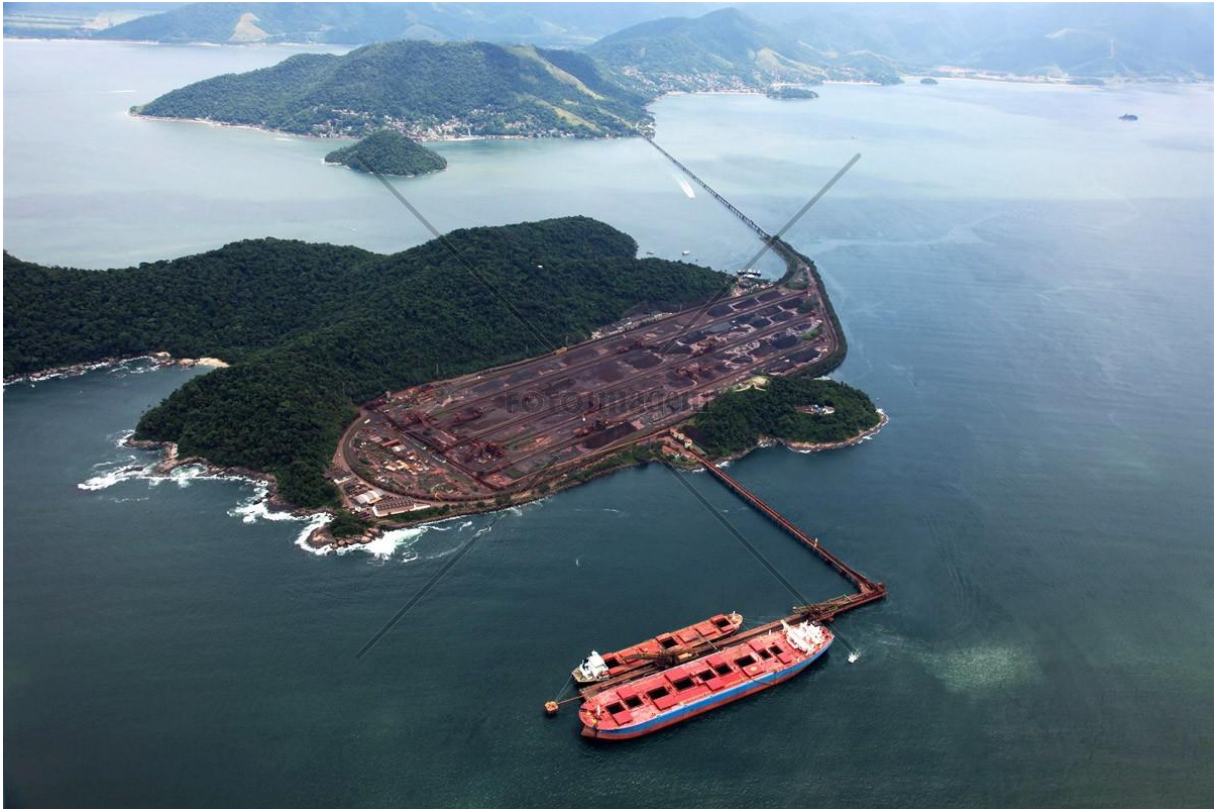


Figura 19 - Terminal Portuário de Ilha Guaíba(RJ) com layout em pêra ferroviária
Fonte: BERGER (2011)

Os terminais de granel líquido têm características peculiares em comparação com os terminais de carga geral, contêiner e granel sólido. A acostagem, geralmente, é descontínua e as áreas de armazenagem da carga não precisam estar próximas dos navios já que o transporte da carga pode ser realizado através de dutos flexíveis. Porém, a estocagem da carga deve ser realizada em tanques, e os tanques devem estar bem protegidos e isolados de outros terminais ou estruturas do porto em função do risco envolvido de incêndio durante a operação e estocagem.

Em termos de área disponível do terminal, os terminais de granel sólido são os que exigem maior área devida a forma como operam e a área necessária para armazenar grãos e minérios, seguidos dos terminais de contêineres e, por último, os terminais de granel líquido, que exigem menor área, além de poder situar-se afastados dos cais de atracação do terminal. Assim sendo, a ordem decrescente de exigência de área disponível de terminal portuário para operação e armazenagem de cargas e restrição de espaço no porto é:

- 1º) Terminais de Granel Sólido.
- 2º) Terminais de Contêineres.
- 3º) Terminais de Granel Líquido.
- 4º) Terminais de Carga Geral.

6.3 Acesso Terrestre

Para qualquer porto e terminal de carga portuário é essencial que haja modernas facilidades de transporte e acesso terrestre. O transporte intermodal planejado, integrado e racional é um fator preponderante para o desenvolvimento e sucesso de um porto. Contudo, há terminais de carga cuja dependência de acesso, não somente por via rodoviária, é maior ou menor.

Para o caso de terminais de granel líquido, em função da forma líquida da carga e da acostagem descontínua, o transporte da carga é realizado através da instalação de dutos das embarcações para os tanques de estocagem. A partir do tanque de estocagem o transporte do produto para outros centros de armazenamento e centros de consumo pode ser procedido também através de oleodutos. Se não houver a possibilidade de transporte através de dutos, pode ser realizado em caminhões-tanque.

Para terminais de contêineres e carga geral, ainda que o transporte possa ser feito por via ferroviária, é feito principalmente através de rodovias. Para grandes distâncias, principalmente, seria mais eficiente transportar a carga por trem. O que ocorre, porém, é que para contêineres, no caso do Brasil, a movimentação nos portos é principalmente ligada à importação e se destina majoritariamente para os grandes centros urbanos localizados quase sempre relativamente próximos do porto de destino da carga. Assim, as perdas financeiras com o transporte através de caminhões nas rodovias não são tão significativas quando em comparação com cargas como grãos e minérios.

Para terminais de granel sólido, é muito importante que haja a oferta de modal de transporte ferroviário no porto para transporte da carga. A produção de grãos ou de minério se localiza em regiões mais remotas e muito afastadas dos principais portos do Brasil, como o interior dos estados do Mato Grosso e de Goiás para produção de soja e de Carajás para produção de minério de ferro. O transporte através de caminhões é ineficiente diante das grandes distâncias de transporte e volumes de carga movimentados. Os custos são muito maiores quando comparadas ao transporte por via ferroviária ou hidroviária. Para TORRES (2006), a partir de um estudo da logística de transporte de soja para os principais portos de escoamento do Brasil, a tonelada transportada por uma distância de 1.000 km teria um custo de R\$ 100,00 pela rodovia, R\$ 65,00 pela ferrovia e de R\$ 40,00 por transporte hidroviário. Portanto, quando há acesso ferroviário, é importante planejar o zoneamento portuário de forma que os terminais de granel sólido estejam inseridos ou próximos do alcance da ferrovia em questão.

Em termos de classificações dos terminais portuários para os quais há maiores exigências e especificidades em relação ao acesso terrestre pode se estabelecer a seguinte hierarquia decrescente de importância:

- 1º) Terminais de Granel Sólido → Acesso Ferroviário/Rodoviário.
- 2º) Terminais de Granel Líquido → Acesso Dutoviário/Rodoviário.
- 3º) Terminais de Contêineres/ Carga Geral → Acesso Rodoviário.

7 Porto de Santos

7.1 Histórico

Na verdade, a história do Porto de Santos começa muito antes de 1892, a inauguração oficial e integração com a navegação mundial consolidada até então, mas sim em 1546 quando um povoado foi alçado ao status de Vila do Porto de Santos, escolhido naquela localidade, como constatou o navegador português Brás Cubas, por causa das águas protegidas na Baía de Santos. (DE MELLO, 2008)

Por três séculos e meio já havia movimentação naquela área no estuário que daria origem a um porto, mas marcada principalmente por grandes exigências de esforço físico na operação com carga e praticamente nenhum grau de modernização, além de limitadas condições de higiene e salubridade. O início da operação, em 1867, da São Paulo Railway, foi determinante para aquele porto já que ligou, por via ferroviária, a região da Baixada Santista ao Planalto, desenvolvendo o sistema de transportes na região e estimulando o comércio e o crescimento da cidade. Para DE MELLO (2008), Santos era um lugar favorecido geograficamente, privilegiado tanto em relação ao mar, naturalmente abrigado, como por terra, devido a serra que servia de local para escoamento da produção canavieira e cafeeira em meados do séc. XIX.

Ainda na mesma época, segundo o historiador, a cultura do café crescia em todo o estado de São Paulo e pressionava a capacidade limitada das instalações portuárias de Santos. Exigia-se modernização para que se pudesse exportar em maior escala e rapidez.

Então, em 12 de julho de 1888, pelo Decreto nº 9.979, após concorrência pública, o grupo liderado por Cândido Gaffrée e Eduardo Guinle foi autorizado a explorar por 39 anos (sendo posteriormente ampliado para 90 anos) o Porto de Santos. Com o objetivo de ampliar e modernizar o porto, os concessionários constituíram a empresa Gaffrée, Guinle & Cia., mais tarde transformada em Empresa de Melhoramentos do Porto de Santos e, em seguida, denominada Companhia Docas de Santos.

Assim, o Porto de Santos foi inaugurado oficialmente em 2 de fevereiro de 1892, quando a então Companhia Docas de Santos - CDS, entregou à navegação mundial 260 m de cais construídos, na área, desde então, e até hoje, denominada como Valongo. Naquele mesmo dia, atracou no porto o navio britânico a vapor "Nasmith".

Com a inauguração oficial do Porto de Santos, teve início também na cidade de Santos de, até então 13.012 habitantes em 1890, e, 50.389 habitantes em 1900, uma nova fase comercial de crescimento da população e desenvolvimento da cidade. Os velhos trapiches construídos em terrenos lodosos seriam substituídos por aterros e muralhas de pedra. Ainda, uma via férrea de bitola larga de 1,60 m foi instalada junto de novos armazéns para armazenamento de mercadorias movimentadas no porto. (DE MELLO, 2008)

Após aquele dia, o porto não parou de se expandir. Em pouco tempo já contava com um quilômetro de cais e as operações já eram realizadas com guindastes hidráulicos. Em 1945,

entraram em operação os guindastes elétricos. Nos anos 1950, teve início o escoamento no porto de petróleo e derivados com quase 100% de aumento da produção anual do porto.

Em 1980, com o término do período legal de concessão da exploração do porto pela Companhia Docas de Santos, o Governo Federal criou a Companhia Docas do Estado de S. Paulo (CODESP), empresa de economia mista e capital majoritário da União, dando início a uma nova fase de crescimento do Porto e consolidação na economia mundial até que se tornasse o maior porto da América Latina.

Após atravessar diversos ciclos de crescimento econômico do país e o aparecimento e desaparecimento de tipos de carga, o porto chegou ao grau de modernização e mecanização atual consolidados no uso dos contêineres, e entre açúcar, café, laranja, soja, veículos, óleo e diversos outros insumos, mais de um bilhão de toneladas já foram movimentadas no Porto de Santos ao longo da sua história.



Figura 20 - Porto de Santos(1895)
Fonte: Ferrez M. (1895)

7.2 Estuário de Santos

O Sistema Estuarino de Santos encontra-se no litoral do Estado de São Paulo na divisa dos municípios de Cubatão, Guarujá, São Vicente, Santos e Praia Grande. O Porto de Santos encontra-se mais especificamente nos limites das cidades de Santos e Guarujá junto ao estuário na Baía de Santos.

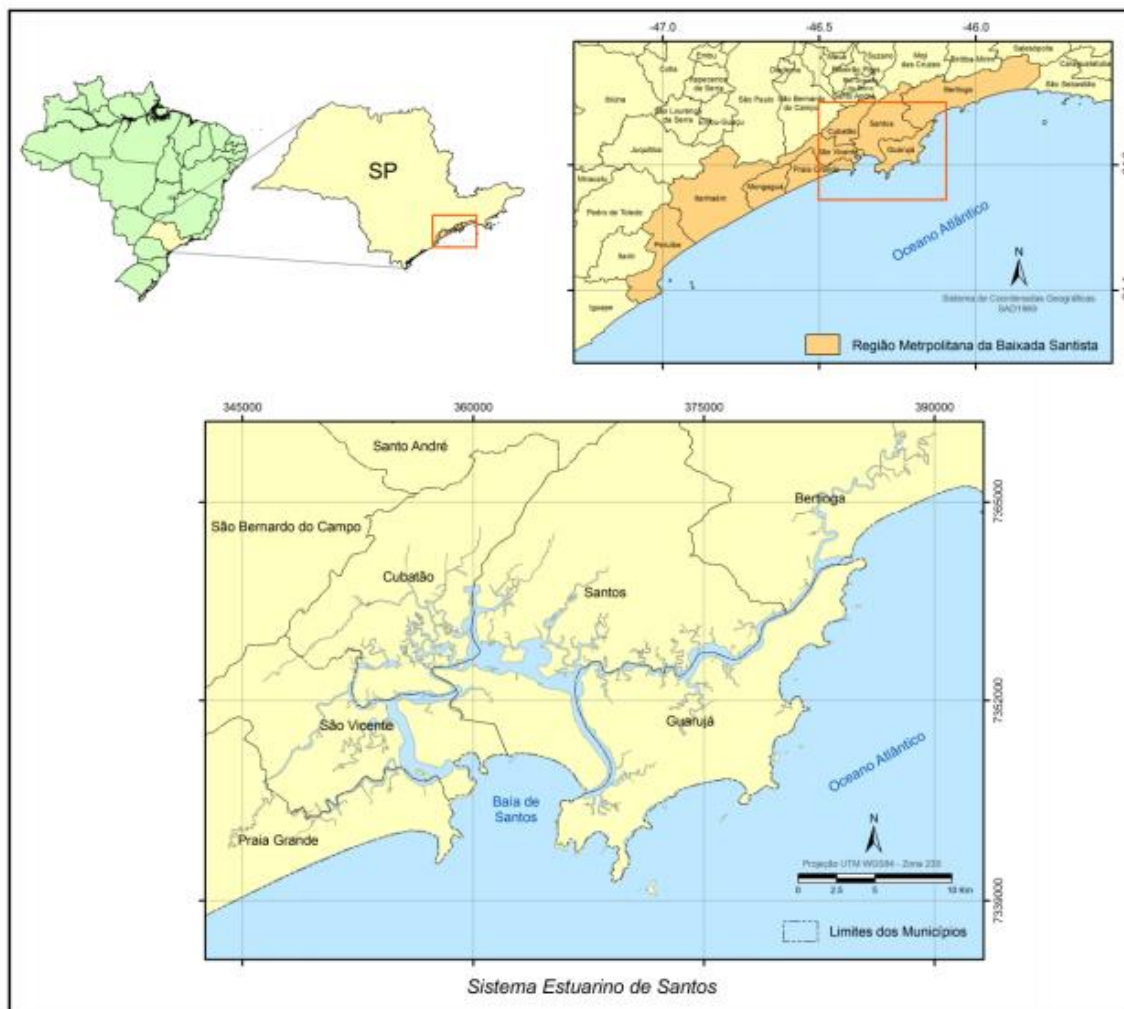


Figura 21 - Sistema Estuarino de Santos
Fonte: ROVERSI(2012)

Os principais canais do estuário são limitados por duas grandes ilhas, quase ligadas ao continente: a Ilha de São Vicente, que compreende parte dos Municípios de Santos e de São Vicente, e a Ilha de Santo Amaro, que compreende em sua totalidade o Município de Guarujá. A cidade de Santos, pólo urbano da região, está situada a 80 km da cidade de São Paulo. Destaca-se ainda na região o Parque Industrial de Cubatão, importante pólo petroquímico e siderúrgico localizado na região fluvio-marítima do Baixo Rio Cubatão.

O sistema estuarino é composto por três estuários: o Estuário do Canal de Bertioga (com extremidades entre os municípios de Guarujá e Bertioga, dividindo a Ilha de Santo Amaro da planície costeira continental), o Estuário do Canal do Porto de Santos e o Estuário de São

Vicente, ambos com suas embocaduras na Baía de Santos no entorno da Ilha de São Vicente. (ROVERSI,2012)

O Canal de Bertioga tem uma extensão aproximada de 25 km, desde sua extremidade leste, na embocadura no Oceano Atlântico junto a cidade de Bertioga, até a interligação com o Estuário do Canal do Porto de Santos. A profundidade média deste canal é de 5 m.

O Estuário de São Vicente, a oeste da Ilha de São Vicente, possui embocadura a noroeste da Baía de Santos e uma extensão aproximada de 16 km até se interligar com Estuário do Canal do Porto de Santos. Seu principal canal, o Canal dos Barreiros (ou também Canal de São Vicente), apresenta profundidade média de 5 m e largura de aproximadamente 600 m.

Por fim, o Estuário do Canal do Porto de Santos é representado pelo canal de entrada do porto, com embocadura a nordeste da Baía de Santos: pelos Largos de Santa Rita e do Canéu, ao norte da Ilha de São Vicente; e pelo Canal de Piaçaguera, com seu limite na cabeceira do estuário, junto à COSIPA. O Canal do Porto de Santos possui largura média de 400 m e comprimento de aproximadamente 14 km até seu limite superior, próximo ao Largo do Caneú. As profundidades deste canal são mantidas em, aproximadamente, 15,0 m por meio de operações de dragagem de manutenção. Nas proximidades da sua embocadura, junto à Baía de Santos, verificam-se profundidades de até 21 m, onde há um estrangulamento da sua seção. (ROVERSI,2012)

Segue a planta batimétrica do Sistema Estuarino de Santos gerado com auxílio do software Surfer 9 através do método de Triangulação Linear em ROVERSI (2012):

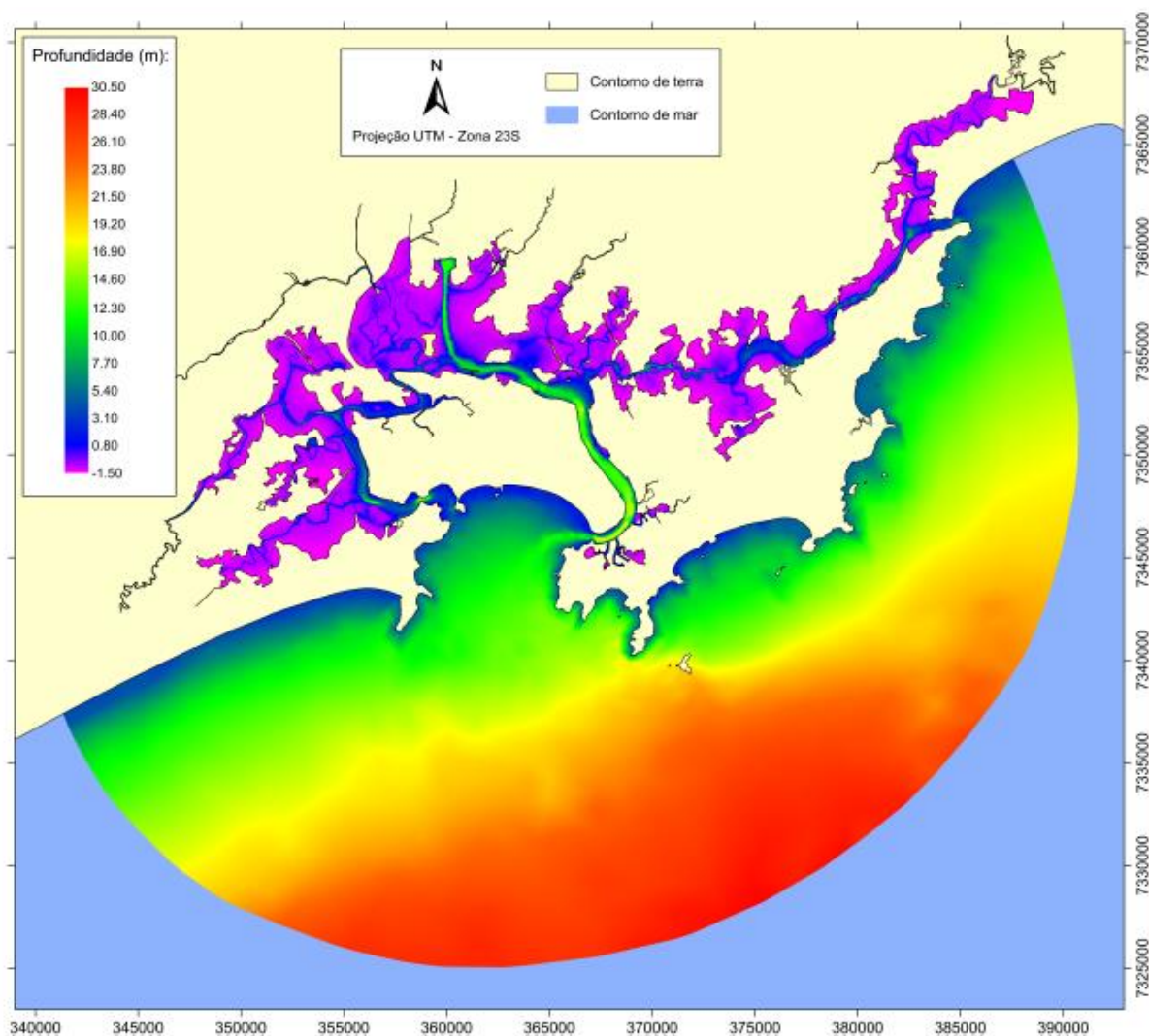


Figura 22 - Planta Batimétrica do Sistema Estuarino de Santos
 Fonte: ROVERSI (2012)

7.3 Caracterização do Porto

Em primeiro lugar, é importante destacar a contribuição do Plano de Desenvolvimento e Zoneamento Portuário do Porto de Santos, elaborado em 2006, e o último apresentado até a data de elaboração deste trabalho para a coleta de muitas informações apresentadas neste capítulo referentes a caracterização do Porto de Santos e atualizadas quando necessário para a data atual. Através dele, ainda foi possível compreender o contexto socioeconômico e urbanístico inserido no Porto de Santos e o porquê de características apresentadas pelo porto hoje terem sido propostas e desenvolvidas há uma década atrás.

Um Plano de Desenvolvimento e Zoneamento Portuário no Porto de Santos é preparado pela CODESP e submetido à aprovação do colegiado do Conselho de Autoridade Portuária (CAP). Ele é elaborado com base no diálogo, através de audiências públicas, entre os agentes

envolvidos na atividade portuária. Este consiste na apresentação do zoneamento do porto, na divisão das áreas operacionais dos terminais, na caracterização de uso das áreas e em um estudo de gestão estratégica com metas a curto, médio e longo prazo, entre outras finalidades diversas. Ou seja, um Plano de Desenvolvimento e Zoneamento Portuário tem suma importância na orientação do desenvolvimento de um porto para o cenário futuro e na garantia que o porto cumpra seu papel dentro da logística em que se encontra. No caso do Porto de Santos, existiram planos desde 1897, passando por 1929, 1951, 1969, 1976 e 1983, até chegar à revisão apresentada de 2006.

Além do PDZPS (2006), foram estudados relatórios mais recentes como o Panorama Porto (2015), no qual se caracteriza o Porto de Santos no contexto atual e se apresenta as expectativas do porto a médio prazo e que medidas que estão sendo implantadas na gestão atual. O Panorama foca em apresentar qual a visão e as expectativas da CODESP para o Porto de Santos em termos de Governança Corporativa, Planejamento Estratégico, Empreendimentos, e Desempenho Comercial.

7.3.1 Infraestrutura do Porto e Acessos Portuários

O Porto de Santos tem uma extensão de cais total de 15.960 metros e uma área útil total de 7,8 milhões de metros quadrados, contando 55 terminais marítimos retroportuários e 65 berços de atracação, dos quais 14 são de terminais privados. Entre os terminais privados, exemplos dos mais importantes são a Cutrale, Dow Química, Usiminas, Tiplam e a Embraport.

Para os terminais especializados, localizados nas duas margens do estuário, se pode verificar a seguinte disponibilização de berços: 2 berços para veículos, 17 berços para contêineres, 5 berços para fertilizantes/adubos, 6 berços para produtos químicos, 2 berços para cítricos, 9 berços para sólidos de origem vegetal, 1 berços para sal, 2 berços para passageiros, 1 berço para produtos de origem florestal, 1 berço para derivados de petróleo, 4 berços para trigo, 5 berços para produtos siderúrgicos, 12 berços para carga geral e 2 berços de multiuso (CODESP, 2015)

Em relação às dimensões náuticas, o canal de navegação foi aprofundado recentemente para uma média de 15,0 metros, e para uma largura, no trecho mais estreito, de 220,0 metros.

O zoneamento foi definido pela Autoridade Portuária em 2006, na época do PDZP, através de reuniões com os principais "players", isto é, os responsáveis pelos setores arrendatários no Porto de Santos que compunham, na época, o Conselho de Autoridade Portuária: os representantes das regiões do Alemoa, Ilha Barnabé, Sabóo, Paquetá, Outeirinhos, Macuco, Ponta da Praia e da Margem Esquerda. (Figura 23)

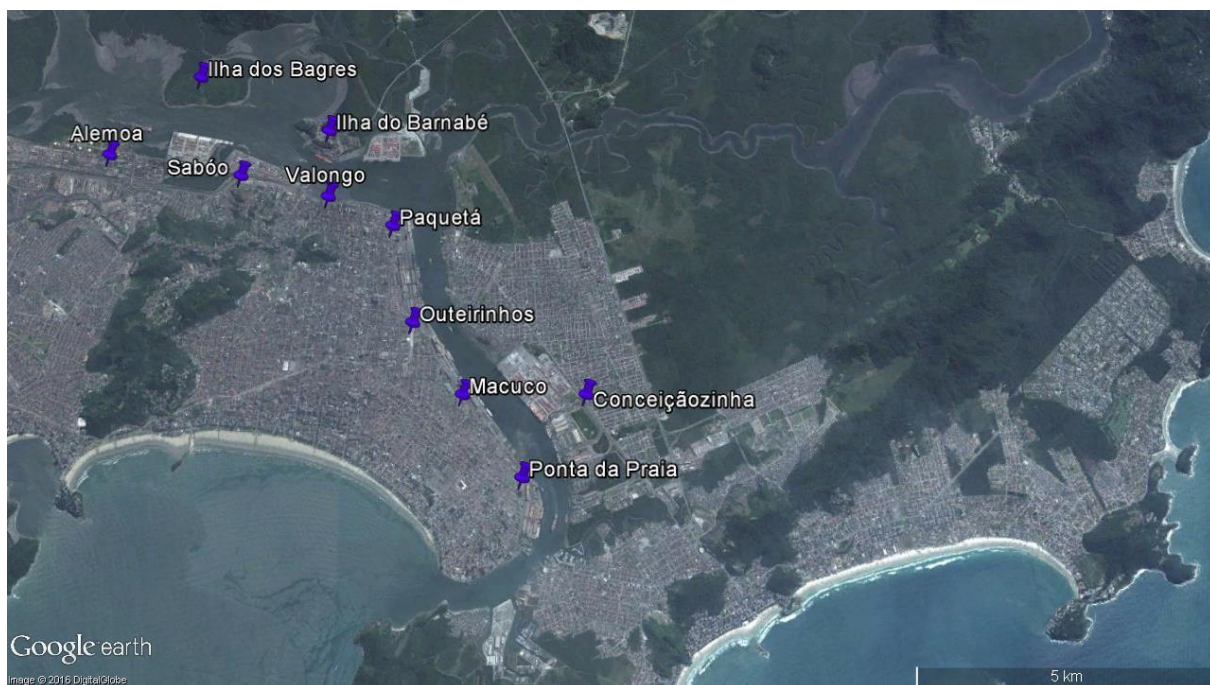


Figura 23 - Localização Principais Setores Arrendatários Santos
Fonte: Google Earth (2015)

Ainda, O Porto de Santos é conectado por diversos modais de acesso sendo eles:

7.3.1.1 Modal Aeroviário:

O terminal aeroviário mais próximo é a Base Aérea de Santos da Força Aérea Brasileira, e localizada no distrito de Vicente de Carvalho, no município do Guarujá. Para o ano de 2016, existe a previsão de início de voos comerciais no aeroporto, já com a denominação de Aeroporto Civil Metropolitano de Guarujá (ACMG).

7.3.1.2 Modal Dutoviário:

Rede com uma extensão total de 59 km operada pela empresa Transpetro (Petrobrás Transportes S.A.), uma subsidiária da Petrobrás, e que atua no transporte e armazenagem de petróleo, derivados e gás natural. As cargas são movimentadas ao longo dos terminais no Alemoa e na Ilha do Barnabé.

7.3.1.3 Modal Rodoviário:

As principais ligações rodoviárias do Porto de Santos para a capital São Paulo e as outras cidades em volta são a BR101 e o Sistema Anchieta-Imigrantes(SAI).

- Sistema Anchieta-Imigrantes: Principal ligação entre a região metropolitana de São Paulo e o Porto de Santos, além do Pólo Petroquímico de Cubatão, as indústrias do ABCD paulista e a Baixada Santista, com um volume anual de tráfego superior a 30 milhões de veículos e composta por vários trechos, sendo estes os principais como vias de acesso e transporte de carga para o Porto de Santos:

- Rodovia Padre Manoel da Nóbrega (SP-55): rodovia com 21,6 km de extensão, construída nos anos 50, responsável pela ligação das cidades da Baixada Santista de Cubatão, São Vicente, Praia Grande, entre outras. Começa no KM 270 de Cubatão indo até o KM 292 de Praia Grande.
- Rodovia Cônego Domênico Rangoni (SP 248/55): também conhecida como Piaçaguera-Guarujá, tem 30,6 km de extensão e foi construída nos anos 70 para substituir o transporte aquaviário precário que fazia a travessia Santos-Guarujá. Suas principais interseções são a Via Anchieta (SP-150) e a Rodovia Padre Manoel da Nóbrega (SP-55).
- Rodovia Anchieta (SP-150): Extensão total de 55,9 km.
- Rodovia dos Imigrantes (SP-160): Total de 58,5 km de extensão, sendo responsável pela ligação da capital São Paulo até Praia Grande no litoral sul paulista.

- Rodovia Rio-Santos (BR-101): Rodovia federal, inaugurada em 1985, que liga o Rio de Janeiro a São Paulo, passando por Santos no litoral paulista. A concessão está sob o DNIT no trecho do Rio até Ubatuba e pelo DER-SP de Paraty até Santos, sendo que o trecho entre

Ubatuba e Bertioga tem previsão de duplicação até o final de 2017. O limite oeste dela é a Rodovia Cônego Domênico Rangoni no Guarujá.

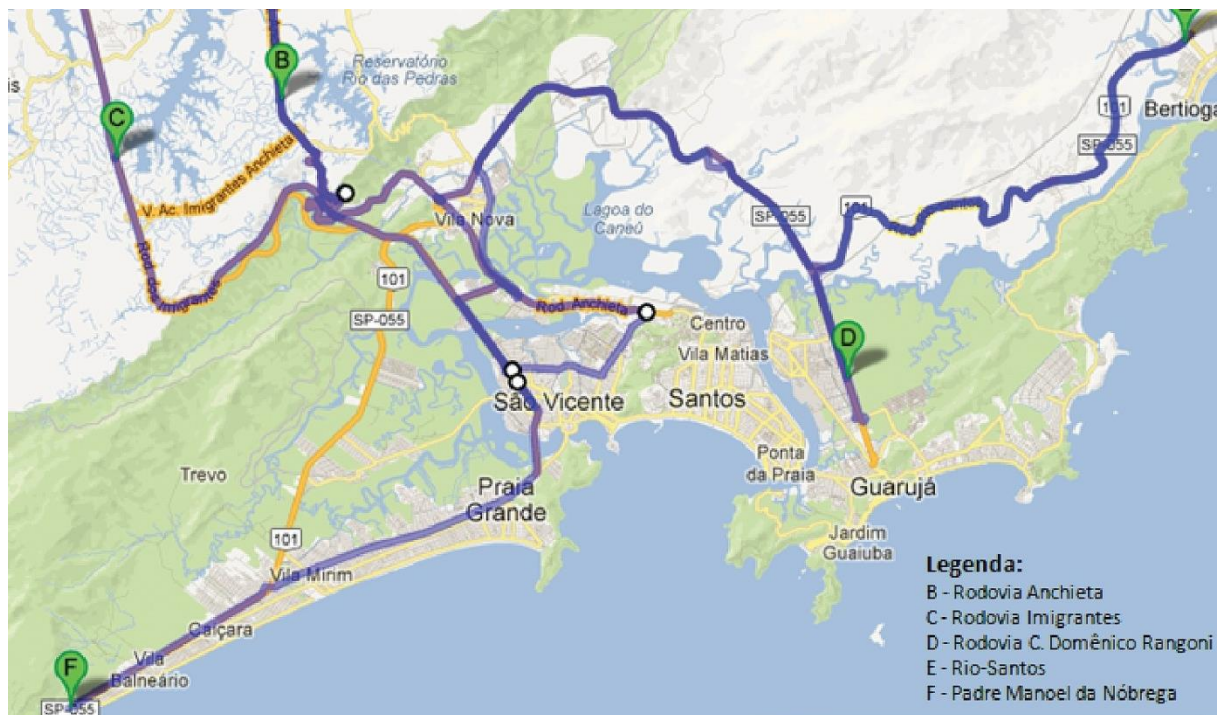


Figura 24 - Sistema Rodoviário de acesso ao Porto de Santos(SP)
Fonte: HILSDORF e NETO (2015)

7.3.1.4 Modal Ferroviário:

- Companhia Paulista de Trens Metropolitanos (CPTM): malha que atualmente se encontra operacionalmente desativada.
- M.R.S. Logística S/A (MRS): Operado pela M.R.S. Logística S/A com bitola larga e com movimentação principal de contêineres.
- Perequê-Valongo: Também operado pela M.R.S. Logística S/A em bitola larga.
- Ferrovias Bandeirantes S/A (FERROBAN): trecho administrado pela Rumo Logística em bitola métrica. A movimentação é principalmente de grãos, soja, contêineres, álcool e açúcar.
- PORTOFER: Trecho também operado pela Rumo Logística e em bitola mista.

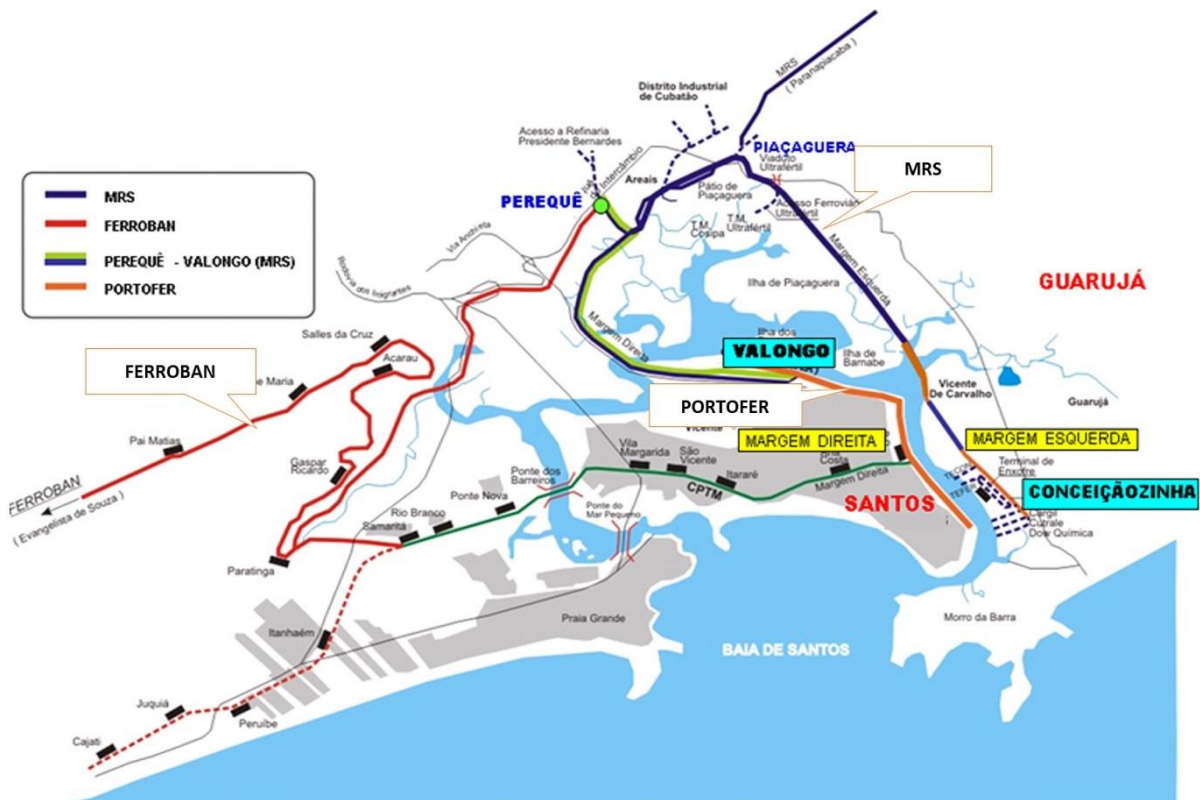


Figura 25 - Sistema Ferroviário de acesso ao Porto de Santos(SP)
 Fonte: HILSDORF e NETO (2015)

7.3.1.5 Modal Hidroviário:

- Hidrovia Tietê-Paraná: permite a ligação entre Conchas no Rio Tietê(SP), São Simão no Rio Parnaíba(GO) e Itaipu no Rio Paraná(PR).
- Hidrovia do Paraguai: interligação por transporte aquaviário entre cinco países por meio do Rio da Prata, Brasil, Bolívia, Paraguai, Uruguai e Argentina.

Ambas as hidrovias não têm ligação direta com o Porto de Santos e dependem de transporte intermodal para acessá-lo, com a combinação entre modais de transporte ferroviário e rodoviário.

Observa-se que no PDZPS (2006) havia já uma preocupação em relação a concentração que havia de fluxo de carga pela modalidade rodoviária comparada às modalidades ferroviárias e hidroviárias que deveriam ter participação maior diante da vantagem competitiva para maiores distâncias de transporte. Em função, principalmente, das cargas de commodities, grandes distâncias de transporte é o caso para de uma parcela significativa das cargas escoadas pelo Porto de Santos. Além disso, foi constatado que a própria infraestrutura rodoviária apresentava diversas deficiências, como nas interligações rodoviárias no planalto-central, má conservação e insuficiências de faixa em uma parcela das rodovias de acesso e condições ruins das estradas. Estes fatores juntos dificultavam o sistema de transporte

no porto e diminuía a eficiência e a segurança na operação com cargas, aumentando os custos desta.

Ainda, o plano identificou que havia excessiva segregação na Margem Direita da malha ferroviária, necessidade de análise de uma expansão ferroviária na Margem Esquerda e implementação de um pátio de manobras para a linha férrea no início da região da Alemoa. Havia ainda outras medidas específicas com características intrínsecas ao sistema ferroviário nacional deficiente que poderiam ser corrigidas.

Atualmente, houve de fato avanços significativos em relação à data de publicação do PDZPS (2006), como as obras destinadas à melhoria do sistema interno viário do Porto de Santos. Houve, por exemplo, a remodelação do trecho Alemoa-Sabóo abrangendo uma extensão de 900 metros com a execução de duas pistas com mão dupla e total de quatro faixas de rolamento. Além disso, houve a execução das obras e serviços de readequação da Avenida Perimetral da Margem Direita, no trecho entre o canal 4 e a Ponta da Praia, e a construção de um viaduto em forma de “Y”, projetado para eliminar conflito entre os segmentos de carga containerizada e granéis sólidos de origem vegetal na Avenida Mário Covas. Espera-se com sua conclusão que a disponibilização das quatro linhas férreas e a redução da interferência e conflito entre os modais, se favoreça a utilização do modal ferroviário.

De 2014 para 2015, segundo comunicado para Imprensa da CODESP de 2015, houve um aumento da participação do modal ferroviário em detrimento do modal rodoviário, porém ainda pouco sensível na matriz de transporte do porto. Com o término da construção do Ferroanel ligando São Paulo a Santos e avanços na gestão operacional do porto, há a expectativa que haja avanços mais significativos no futuro.

Tabela 12 - Evolução na matriz de transporte rodoviário do Porto de Santos 2014-2015

Movimentação Rodoviária (Caminhões/ano)		
Produto	2014	2015
Granel - Origem Vegetal	477.019	558.763
Granel - Origem Mineral	217.293	178.140
Carga Geral	33.368	46.778
Contêineres	1.971.097	1.759.756
Total	2.698.777	2.543.437

Fonte: CODESP (2015)

Tabela 13 - Evolução na matriz de transporte ferroviário do Porto de Santos 2014-2015

Movimentação Ferroviária (Vagões/ano)		
Produto	2014	2015
Granel - Origem Vegetal	286.705	306.707
Granel - Origem Mineral	6.144	5.806
Carga Geral	24.916	23.652
Contêineres	23.651	20.900
Total	341.416	357.065

Fonte: CODESP (2015)

7.3.2 Região de Influência do Porto:

A definição do *Hinterland* de um porto tem papel importante no planejamento e previsão do potencial de cargas operadas pelo porto em um horizonte de médio e longo prazo. A definição da zona de influência do Porto de Santos pode, portanto, estabelecer quais cargas que poderiam ser movimentadas pelo porto e a relação com o custo benefício da movimentação por carga, além da identificação das razões e motivos que levaram as empresas a procurar outras vias para o comércio internacional que não fosse o Porto de Santos, mesmo quando se encontrassem dentro do *Hinterland* do Porto. A Autoridade Portuária, nesse caso, tem o papel de buscar mais eficiência e produtividade na busca de cargas e negócios para o Porto de Santos, além do trabalho de comunicação, informação e marketing junto às empresas responsáveis pela movimentação de cargas, a fim de convencê-las das vantagens de movimentar as cargas pelo Porto de Santos.

No caso do Porto de Santos, a área de influência foi determinada com base em um estudo do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) de 2005 denominado “Atração de Cargas para o Porto de Santos: Perspectivas e Crescimento Sustentável”. Neste estudo foram identificados os produtos negociados no comércio exterior, com origem ou destino em municípios pertencentes à área de influência do Porto de Santos, e que não utilizaram ou, de fato, utilizaram o Porto de Santos como via de acesso portuária. Ressalta-se que, por se tratar de um *Hinterland* de portos *Liner*, existe uma série de complicadores relacionados ao diagnóstico das cargas movimentadas pelo porto (e pelos outros portos da região que também exerçam influência em menor ou maior escala para tais cargas), como a origem das cargas, o valor econômico agregado das cargas e a infraestrutura de transporte delas da região de origem até os respectivos portos pelas quais são movimentadas.

A classificação dessas cargas identificadas foi feita com base em três critérios. O primeiro critério adotado para definir a área de influência do Porto de Santos foi constatar a importância econômica dos maiores produtos movimentados, no qual se constatou que vinte produtos representavam 60% do total exportado e setenta produtos representam 60% do total importado. Foi definido, em seguida, o destino ou a origem de cada um desses produtos, por município e estado (Tabela 14). A movimentação foi definida em função de um valor mínimo de 10 milhões de dólares por unidade da federação. Segundo este critério também, todos os estados que foram filtrados como exportadores, também foram como importadores, sendo eles: São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, Rio de Janeiro, Paraná, Rio Grande do Sul, Mato Grosso do Sul, Espírito Santo, Bahia e Santa Catarina.

Tabela 14 - Mercados que Importam e Exportam através do Porto de Santos

Bens Comerciais	Municípios-Origem
Automóveis	Betim(MG); Guarulhos(SP); São Bernardo do Campo(SP); São Caetano do Sul(SP); Campinas(SP)
Aviação	São José dos Campos(SP)
Café	Uberlândia(MG); Guaxupé(MG); Uberaba(MG); Araguari(MG)
Cana-de-Açúcar	Ribeirão Preto(SP); Bauru(SP); Lins(SP); Piracicaba(SP)
Carne	Goiânia(GO); Lins(SP); Araçatuba(SP); São José do Rio Preto(SP); Mato Grosso do Sul
Couro e Sapatos	Franca(SP)
Eletrônica	Guarulhos(SP); Barueri(SP); Diadema(SP); São Bernardo do Campo(SP); São José dos Campos(SP); Campinas(SP)
Frango	Rio Verde(GO)
Laranja	Bebedouro(SP); Matão(SP)
Máquinas/Equipamentos	São Paulo(SP); Diadema(SP); São Bernardo do Campo(SP); Santo André(SP); Campinas(SP); São Carlos(SP)
Metalurgia	São Bernardo do Campo(SP); Santo André(SP); Cubatão(SP); Pindamonhanguaba(SP)
Minério de Ferro	Sorocaba(SP)
Produtos Têxteis	Americana(SP); Guarulhos(SP)
Soja	Goiás; Mato Grosso; Paraná

Fonte: PDZPS (2006)

O segundo critério adotado foi a importância relativa do Porto de Santos no comércio exterior de cada unidade da federação, que deveria ser no mínimo de 10% da sua respectiva balança comercial. Foram identificadas oito unidades: São Paulo, Goiás, Mato Grosso, Tocantins, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Rondônia e Distrito Federal.

Por fim, o último critério foi a importância do comércio exterior das unidades de federação em relação ao Porto de Santos. Aquelas unidades que somassem mais de 100 milhões de dólares seriam consideradas na zona de influência do Porto de Santos. Assim, finalmente chegou-se a 5 unidades da federação como *Hinterland* primária: São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. E, foram identificadas outras cinco unidades de *Hinterland* secundária: Paraná, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Espírito Santo e Bahia.

Segundo MORGAN (1952) e apresentado em PAIVA (2006), a identificação da quantidade de carga movimentada de/para um porto e a classificação de zonas de *Hinterland* primária, secundária e marginal faz-se através da seguinte metodologia:

- *Hinterland* primária: região que movimenta tanto na importação quanto na exportação pelo porto o volume mínimo de 50.000 toneladas.
- *Hinterland* secundária: região que movimenta nos dois sentidos de comércio pelo porto um volume entre 15.000 toneladas e 50.000 toneladas.
- *Hinterland* marginal: região que movimenta nos dois sentidos de comércio pelo porto um volume entre 10.000 toneladas e 15.000 toneladas.

A partir da identificação das regiões que movimentam cargas pelo porto e sua classificação, pode-se identificar o mapa de *Hinterland* que delimita a zona de influência do porto. No caso do Porto de Santos, o resultado foi o *Hinterland* apresentado na Figura 26.



Figura 26 - *Hinterland* do Porto de Santos revisada
Fonte: PDZPS (2006)

7.3.3 Terminais Portuários:

No PDZPS (2006) houve uma notável preocupação quanto à distribuição dos terminais e ocupação portuária na região do Porto de Santos, que ficou dividido de acordo com os diversos setores que integrassem o porto. Já na elaboração deste plano, publicado em 2006, havia a proposta de realocação dos terminais de granel sólido de origem vegetal da Ponta da Praia, onde estão concentrados, para as áreas mais afastadas da embocadura do estuário e mais próximas do transporte ferroviário, como Valongo e Sabóo (Figura 27). Era esperado também que os terminais de granel líquido se concentrassem nas regiões do Alemoa e da Ilha do Barnabé, tal qual é hoje, e as cargas containerizadas estivessem distribuídas ao longo do estuário.

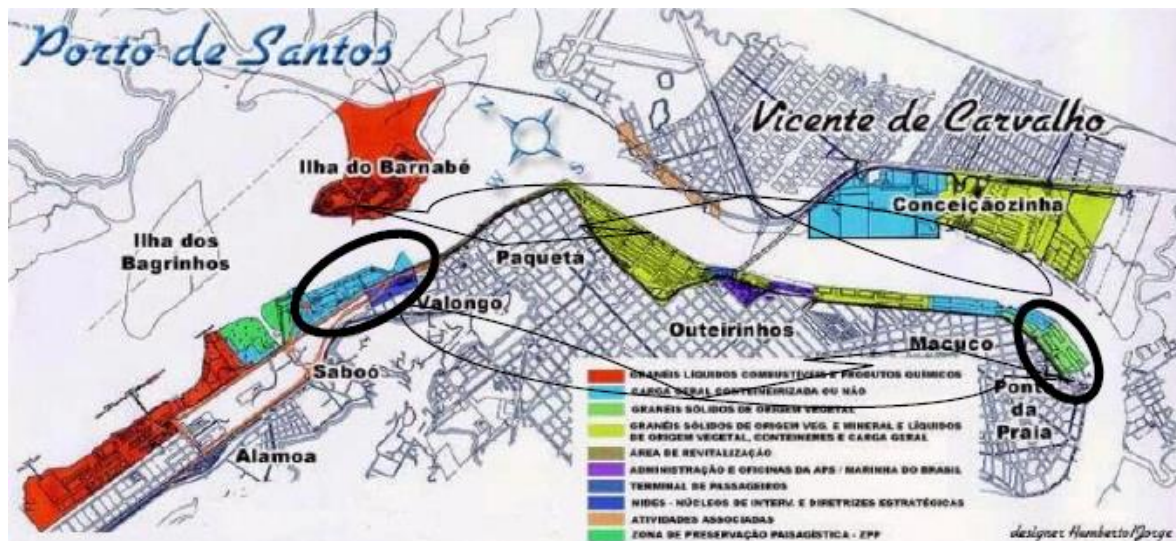


Figura 27 - Lay-Out proposto para zoneamento dos terminais do Porto de Santos(SP)
 Fonte: PDZPS (2006)

Ainda, ficou determinada a seguinte divisão dos setores de terminais portuários de carga, áreas de proteção ou áreas relacionadas ao Retroporto que permanece até hoje:

- Área para movimentação de granel líquido → combustíveis e produtos químicos.
- Área para movimentação de carga geral contêinerizada ou não-contêinerizada.
- Área para armazenamento e movimentação de granel sólido de origem vegetal.
- Área para armazenamento e movimentação de granel sólido de origem mineral.
- Área para Terminais de Passageiros.
- Área de Revitalização e/ou Preservação.
- Área para atividades associadas (serviços de abastecimento de navios, recolhimento de resíduos, estaleiros e pesca, *supply boats*, entre outros).

7.3.3.1 Granel Líquido

As principais atividades ligadas a movimentação de carga de granel líquido estão concentradas na região de Alamoia. Como é padrão dos terminais de granel líquido, citado em “3.1.2 - Terminais para Granel Líquido”, a armazenagem da carga é em tanques e estes no retroporto pode estar distante das embarcações. Mesmo no bairro do Alamoia, localizado mais afastado das regiões mais densamente ocupadas em volta do porto e concentradas próximas ao núcleo urbano da cidade de Santos, há grandes dificuldades de expansão na região dos terminais devido a exigências ambientais e de segurança. Segue a relação dos terminais do Porto de Santos que armazenam e operam carga de granel líquido e a localização em Santos.

Tabela 15 - Terminais de Movimentação de Granel Líquido e Combustíveis

Terminal	Área (m ²)	Região	Contrato	Período-Arendamento
Transpetro	255.569	Alemoa	Porto Organizado	2016-2016
Adonai Química	27.496	Porto Valongo	Porto Organizado	1998-2023
Dow Química	360.000	Conceiçãozinha	Terminal de Uso Privativo	-
Ageo Terminais	53.982	Ilha Barnabé	Porto Organizado	2000-2040
Granel Química	54.221	Alemoa	Porto Organizado	2000-2020
TEAG	70.000	Conceiçãozinha	Porto Organizado	1996-2018
Ultracargo	183.871	Alemoa	Porto Organizado	-

Fonte: CODESP (2016)

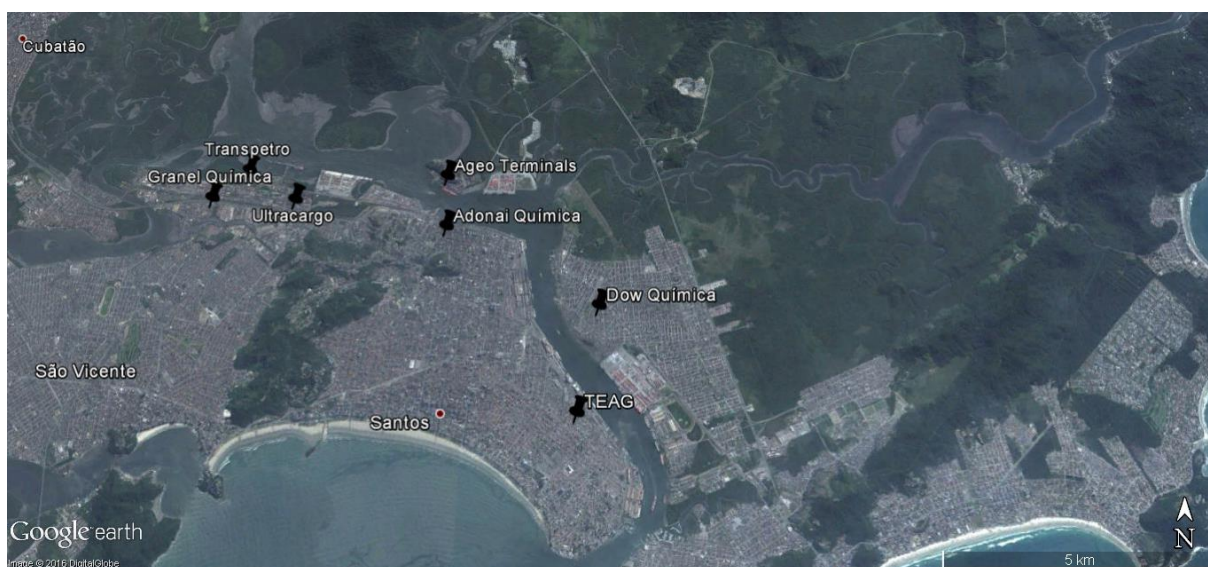


Figura 28 - Terminais de Granel Líquido do Porto de Santos(SP)

Fonte: Google Earth (2016)

Em relação à movimentação de granel líquido no Porto de Santos ao longo dos anos, nota-se que o volume movimentado não tem tido sensível evolução. O pico de movimentação foi atingido nos anos de 2011 e 2013 com mais de 16.000.000 de toneladas movimentadas. Espera-se que com a conclusão das obras dos píeres 5 e 6 de granel líquido no Alemoa, além da recuperação dos píeres 1 a 4, e a expansão dos terminais na Ilha do Barnabé e obras de dragagem futuras que superem o limite médio de 15,0 metros de profundidade navegável, possa haver elevação nos valores movimentado de carga para os próximos anos.

Tabela 16 - Movimentação de Granel Líquido anual no Porto de Santos(SP)

Movimentação (t)	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Importação	3.979.059	3.667.178	4.372.309	5.431.288	5.629.182	4.451.921	4.269.337	4.554.939	4.902.699
Exportação	11.216.495	9.823.719	10.741.723	10.328.277	10.467.705	11.255.662	11.761.758	10.428.215	10.690.061
Total	15.195.554	13.490.897	15.114.032	15.759.565	16.096.887	15.707.583	16.031.095	14.983.154	15.592.760

Fonte: Mensário Estatístico do Porto de Santos (2015)

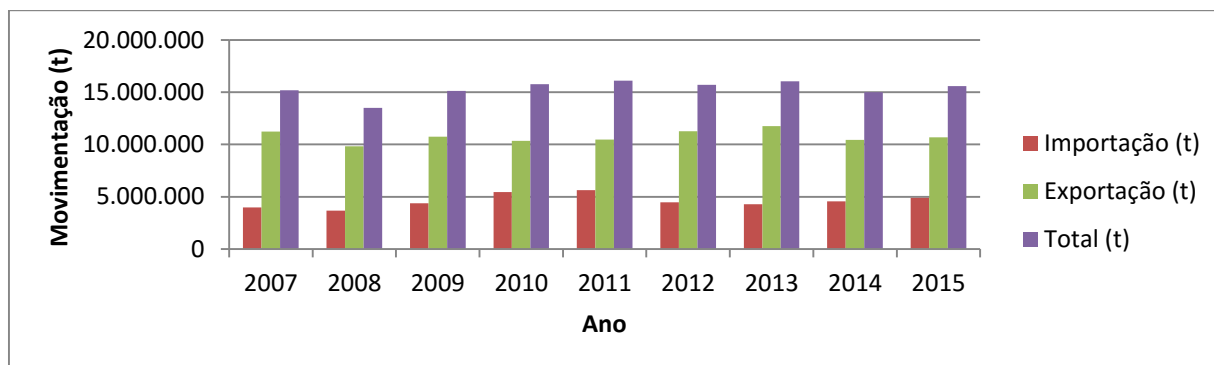


Figura 29- Movimentação de Granel Líquido anual no Porto de Santos(SP)

Fonte: Mensário Estatístico do Porto de Santos (2015)

7.3.3.2 Carga Geral

Os terminais de movimentação de carga geral containerizada ou não containerizada estão bem distribuídos geograficamente ao longo do porto, ainda que principalmente nas regiões de Sabóo, e Outeirinhos. Havia no PDZPS (2006) um planejamento que envolvesse uma distribuição concentrada nas regiões do Sabóo, Ponta da Praia e Conceiçãozinha. Comparando com a situação atual, o zoneamento portuário ficou próximo com o planejado na época da elaboração do plano. Destaca-se também que nos terminais da BTP e da Deicmar há cais destinados a atracação de *Roll-on/Roll-off*, sendo aqui avaliados como carga geral solta.

Tabela 17 - Terminais de Movimentação de Carga Geral

Terminal	Área (m ²)	Região	Contrato	Período-Arrendamento
Deicmar	116.369	Sabóo	Porto Organizado	1991-2014
Termares	40.459	Sabóo	Porto Organizado	2016-2016
Companhia Brasileira de Armazéns Gerais	26.696	Outeirinhos	Porto Organizado	2000-2020
Companhia Brasileira de Alumínio	20.010	Macuco	Porto Organizado	2015-2016
Fábrica Celulose	16.020	Outeirinhos	Porto Organizado	1997-2017
Rishis Empreendimentos	11.178	Paquetá	Porto Organizado	2009-2029
Rodrimar	19.004	Outeirinhos	Porto Organizado	1994-2014
Term. Mar. Valongo	18.799	Sabóo	Porto Organizado	2000-2014
Libra Terminais	139.949	Macuco (T-33)	Porto Organizado	1998-2035
BTP	342.020	Alemoa	Terminal de Uso Privativo	2002-2022
Localfrio	84.592	Conceiçãozinha	Porto Organizado	1996-2016

Fonte: CODESP (2016)

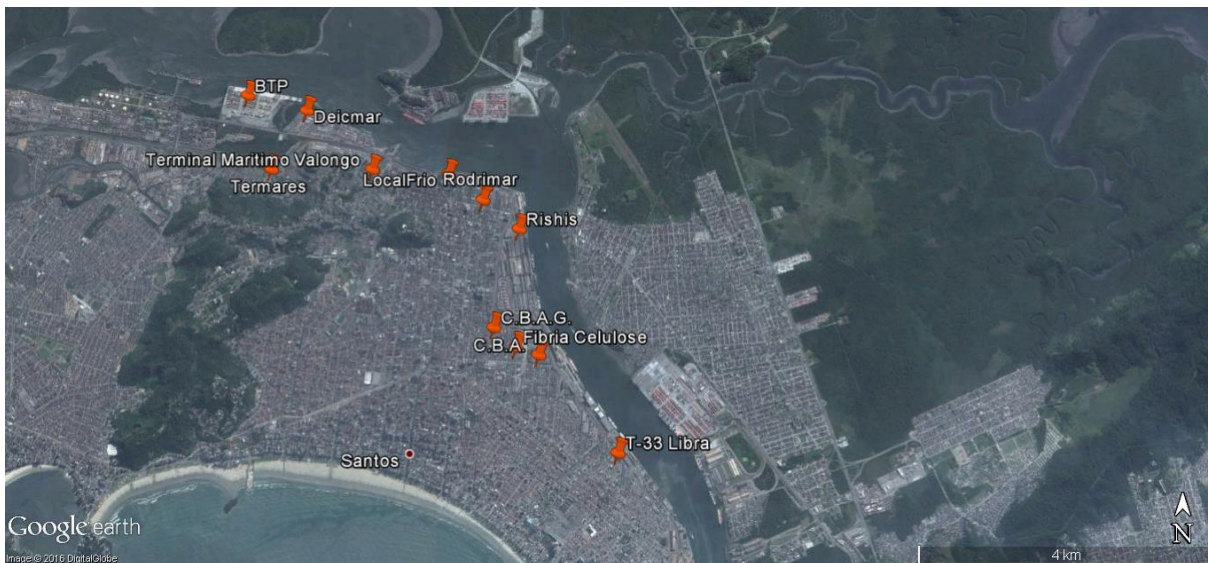


Figura 30 - Terminais de Carga Geral do Porto de Santos(SP)
Fonte: Google Earth (2015)

Tabela 18 - Movimentação de Carga Geral (conteneurizada ou não) anual no Porto de Santos(SP)

Movimentação (t)	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Importação	11.474.274	13.595.361	10.617.168	14.624.381	15.535.719	15.930.668	17.611.828	18.593.452	18.409.804
Exportação	20.914.787	19.874.155	18.973.719	20.606.889	20.505.929	22.107.366	23.347.483	25.126.980	27.177.270
Total	32.389.061	33.469.516	29.590.887	35.231.270	36.041.648	38.038.034	40.959.311	43.720.432	45.587.074

Fonte: Mensário Estatístico do Porto de Santos (2015)

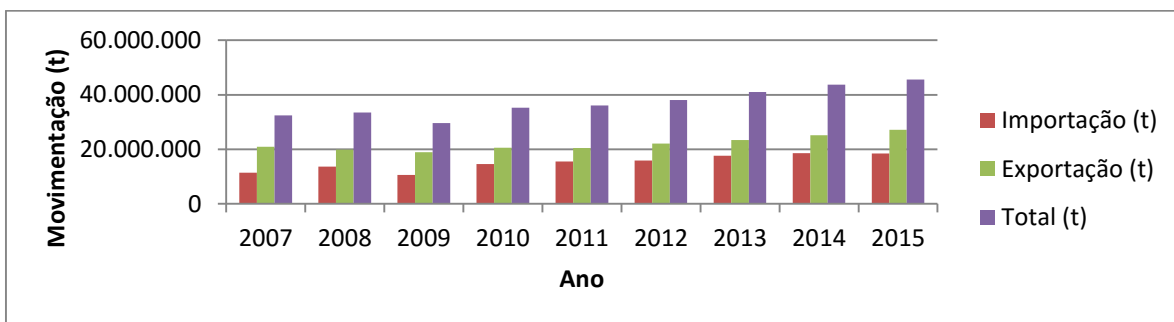


Figura 31 - Movimentação de Carga Geral Geral (conteneurizada ou não) anual no Porto de Santos(SP)
Fonte: Mensário Estatístico do Porto de Santos (2015)

7.3.3.3 Granel Sólido

Já no PDZPS (2006), havia a concepção que havia uma concentração excessiva dos terminais de grãos na região da Ponta da Praia e estes poderiam ser gradualmente remanejados para o interior do Porto de Santos, nas regiões do Alemoa, Sabóo e Valongo. Com a revisão do zoneamento dos terminais, esperava-se paralelo um maior aproveitamento da área útil do porto, aumento da capacidade operacional e maior movimentação de cargas através do sistema ferroviário (principalmente através da malha operada pela MRS Logística que circula por esta região que integraria os terminais). Esperava-se também a utilização de ferrovias para transporte de carga açucareira para o bairro de Outeririnhos e a diminuição das interferências ambientais em Ponta da Praia. Atualmente, grande parte dos terminais de granel sólido de origem vegetal continua posicionado e arrendado na região da Ponta da Praia, situação que muitas vezes proporciona conflitos ambientais na região e que poderiam ser evitados com a rezoneamento futuro em regiões mais afastadas da boca do estuário.

Ainda que haja operação de carga de granel sólido de origem mineral através dos terminais da Usiminas e da Tiplam em Cubatão, em pontos extremos do sistema estuarino de Santos, a movimentação de granel sólido no Porto de Santos é predominantemente de granel sólido de origem vegetal. Esta é uma tendência que deve se manter, pelo menos em um horizonte de curto a médio prazo, já que não há previsão de implantação de outros terminais que movimentem granel sólido mineral e o próprio calado navegável dentro do porto não acomodaria navios de dimensões muito elevadas.

Tabela 19 - Terminais de Movimentação de Granel Sólido

Terminal	Área (m ²)	Região	Contrato	Período-Arrendamento
Adm do Brasil	50.633	Ponta da Praia	Porto Organizado	1997-2017
Cereal Sul Terminal Marítimo	4.166	Outeirinhos	Porto Organizado	2002-2022
Comercial Quintella	15.420	Ponta da Praia	Porto Organizado	1993-2016
Teaçu 3	50.392	Paquetá	Porto Organizado	1996-2036
Fischer Agroindústria	14.440	Ponta da Praia	Porto Organizado	2015-2016
Libra Terminais	139.949	Ponta da Praia	Porto Organizado	1998-2035
Rumo Logística	118.434	Outeirinhos/ Paquetá	Porto Organizado	1996-2036
TEAG	70.000	Conceiçãozinha	Porto Organizado	1996-2018
TEG	48.202	Conceiçãozinha	Porto Organizado	2010-2035
TERMAG	158.000	Conceiçãozinha	Porto Organizado	2002-2027
Terminal 12A	9686,17	Paquetá	Porto Organizado	2004-2024
T-Grão	12798	Alemoa	Porto Organizado	1991-2014
Ultrafertil	800.000	Ilha do Cardoso	Terminal de Uso Privativo	–
Usiminas	–	Cubatão	Terminal de Uso Privativo	–

Fonte: CODESP (2016)

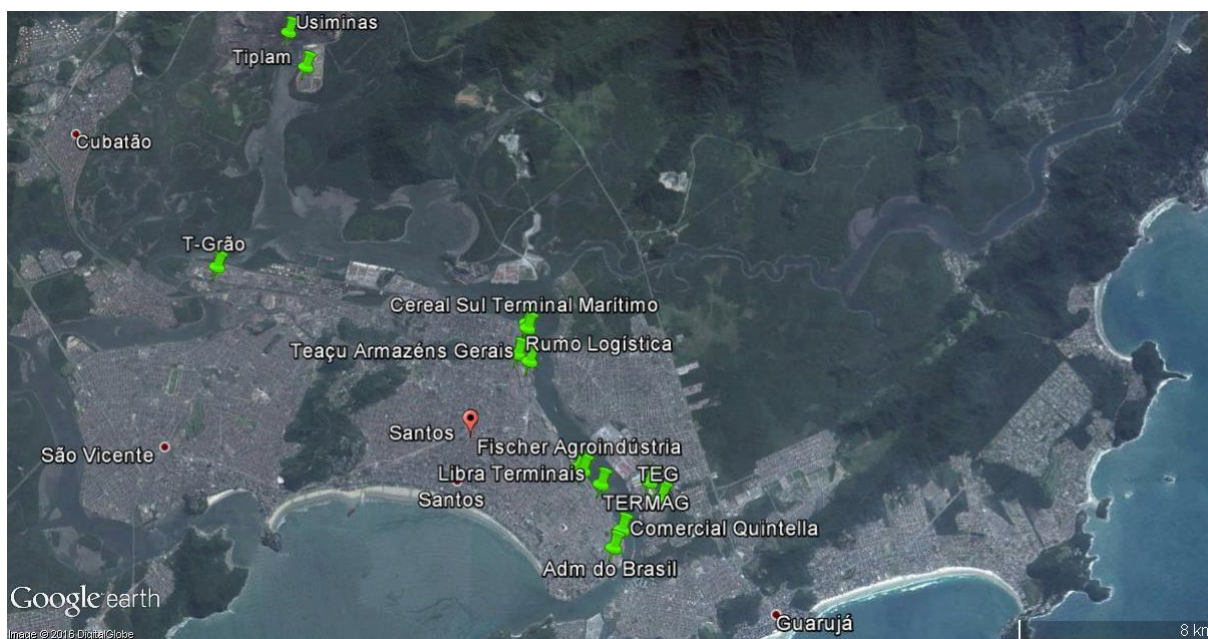


Figura 32 - Terminais de Granel Sólido no Porto de Santos

Fonte: Google Earth (2013)

Em relação a movimentação de carga de granel sólido de origem vegetal, houve uma evolução muito grande ao longo dos anos. Os principais fatores determinantes para este aumento foram: o desenvolvimento dos e modernização dos acessos ferroviários, a implantação de novos terminais como o T-Grão no Alemoa e o acentuado aumento de produção e exportação de commodities agrícolas no Brasil, cuja principal via de saída para exportação é o Porto de Santos. O próprio dado do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) que, em 2014, o Porto de Santos foi responsável pela movimentação de 25,3% da balança comercial brasileira (CODESP, 2015) mostra a importância do porto para a exportação das commodities agrícolas, principais produtos na pauta de exportação da economia brasileira.

Tabela 20 - Movimentação de Granel Sólido anual no Porto de Santos(SP)

Movimentação (t)	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Importação	11.479.100	10.659.860	8.870.086	11.803.034	13.128.430	12.209.171	12.715.950	11.436.158	9.053.673
Exportação	21.712.152	23.361.729	29.444.934	33.231.389	31.903.343	38.588.995	44.371.528	41.019.741	49.698.373
Total	33.191.252	34.021.589	38.315.020	45.034.423	45.031.773	50.798.166	57.087.478	52.455.899	58.752.046

Fonte: Mensário Estatístico do Porto de Santos (2015)

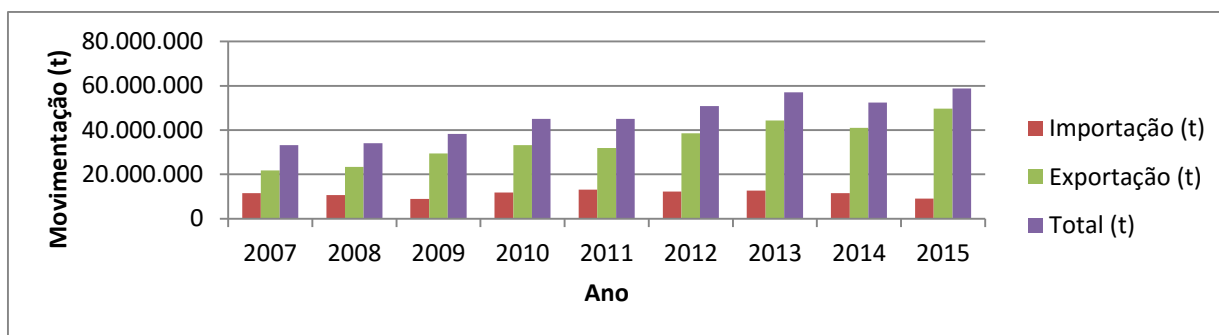


Figura 33 - Movimentação de Granel Sólido anual no Porto de Santos(SP)

Fonte: Mensário Estatístico do Porto de Santos (2015)

7.3.3.4 Carga Containerizada

Em relação aos terminais em que há movimentação de carga containerizada, também há uma distribuição geográfica grande dos terminais. Nota-se que os terminais mais antigos, Tecon-1 e Libra Terminais (T-35 e T-37), estão estabelecidos nas regiões de Ponta da Praia e Conceiçãozinha. Os dois cuja implantação é mais recente, Emraport e BTP, ficam no Alemoa e na Ilha do Barnabé. A distância por si da embocadura do estuário, da faixa de 12,5 km, não é um problema, mas a profundidade máxima navegável, quando inferior às profundidades de outros trechos do Porto de Santos, pode ser. Como visto em “5.1 – Contêineres”, navios porta-contêineres podem atingir dimensões consideráveis quando entram na classificação de *Post-Panamax*, ou até em outros padrões cujas medidas sejam ainda maiores, e há uma exigência significativa de calado máximo navegável do canal de acesso do porto.

A significativa evolução ao longo dos anos na carga movimentada na forma de contêineres no Porto de Santos pode ser atribuída a fatores como o aprimoramento da gestão portuário, a evolução da política de tarifas portuárias, as obras de dragagem que garantem uma profundidade média de 15,0 metros por quase toda a extensão do estuário que abrange o Porto de Santos e, principalmente, pela implantação recente dos terminais da Emraport e da BTP.

O terminal da BTP foi construído a partir de 2007 como um terminal multi-uso na região do Porto Alemoa em Santos. O terminal tem 1108 m de cais acostável, uma área projetada superior a 490.000 m² e uma capacidade de movimentação de contêineres de 2,5 milhões de TEUs e projetada movimentação de 2,0 milhões de toneladas de graneis líquido, segundo os números fornecidos pela própria empresa. O investimento total na sua implantação e aquisição de equipamentos já é da ordem de R\$ 3 bilhões e há 8 portêineres e 26 transtêineres em operação. Só no ano de 2015, o Terminal BTP movimentou uma carga estimada em 13.820.525 toneladas, o que faz dele o segundo terminal que mais movimentou carga containerizada no Ponto de Santos, atrás apenas do terminal TECON. Essa evolução pode ser listada por uma série de fatores ligados ao grau de mecanização avançado do terminal, alta produtividade e boa gestão, mas que não faz parte dos objetivos deste trabalho entrar em detalhes.

O terminal da Emraport, cuja implantação na Margem Esquerda do Porto de Santos na Ilha do Barnabé já era prevista no PDZPS (2006), entrou em operação no ano de 2013 e é hoje o terceiro

terminal que mais movimentava carga containerizada no Porto de Santos. O terminal, segundo os dados fornecidos pela própria empresa, teve investimentos diretos totais da ordem de R\$ 2,3 bilhões, possui 653 metros de cais e uma área superior aos 207.000 m², além de possuir 12 portêineres e 44 transtêineres (até o final da implantação da 2ª fase do terminal Embraport). Em 2015, a movimentação anual foi de 5.785.429 toneladas e de 1,2 milhões de TEUs.

Tabela 21 - Movimentação de Contêineres em 2015 no Porto de Santos(SP)

	Terminal	Tecon-1	Terminal 37	Terminal 35	Tecondi	Rodrimar	Embraport	BTP	Outros	Total
20	Quant. (unid.)	390.422	7.102	106.219	50.203	5.460	148.698	403.427	16.232	1.127.763
	Peso (ton)	6.703.384	110.767	1.533.970	884.282	118.102	2.167.777	7.073.130	281.107	18.872.519
40	Quant. (unid.)	461.763	7.569	184.149	52.022	8.250	240.417	368.382	3.566	1.326.118
	Peso (ton)	8.114.845	108.411	2.614.499	865.582	196.152	3.617.652	6.747.395	59.330	22.323.866
Total	Quant. (unid.)	852.185	14.671	290.368	102.225	13.710	389.115	771.809	19.798	2.453.881
	Peso (ton)	14.818.229	219.178	4.148.469	1.749.864	314.254	5.785.429	13.820.525	340.437	41.196.385

Fonte: CODESP (2015)

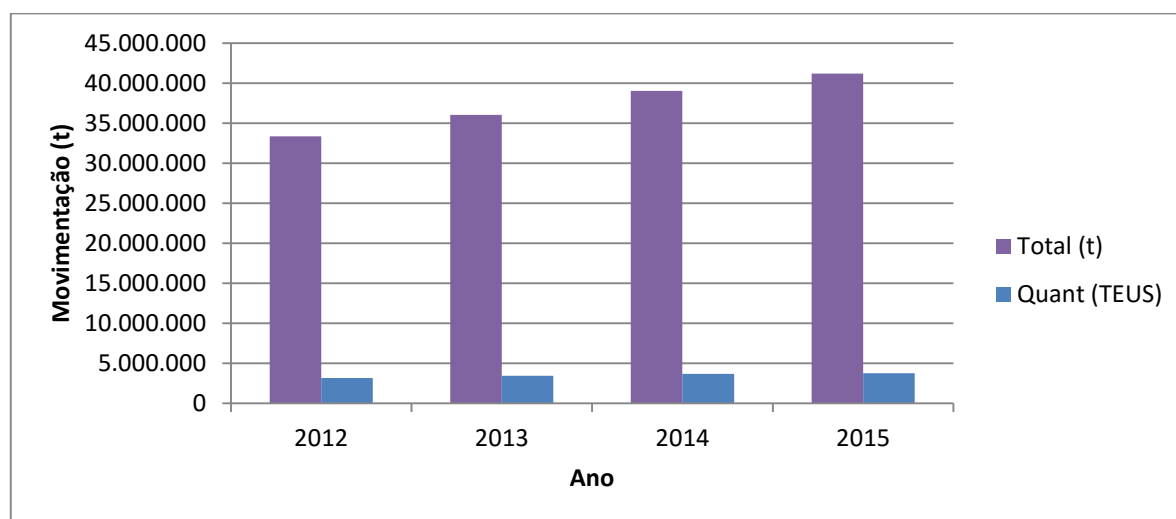


Figura 34 - Movimentação de Contêineres anual no Porto de Santos(SP)

Fonte: CODESP (2015)

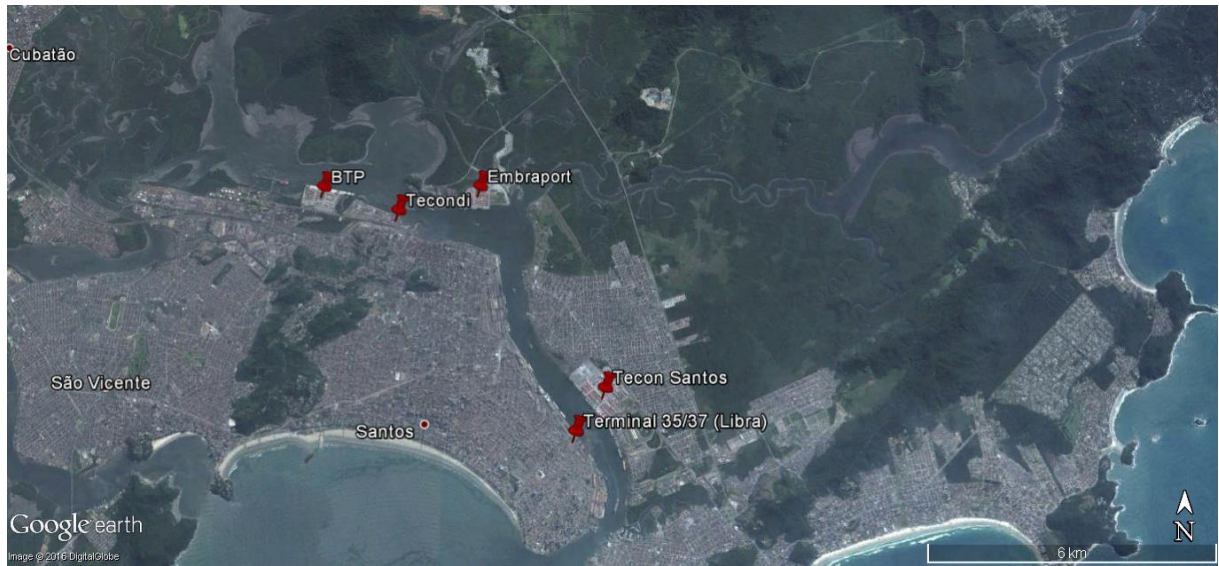


Figura 35 - Localização dos principais terminais de contêineres no Porto de Santos
Fonte: Google Earth (2015)

8 Estudo para o Porto de Santos

Essa seção tem por propósito verificar a adequação do Porto de Santos à conceituação e conclusões em relação ao zoneamento de terminais de carga para um porto estuarino elaborada e fazer uma avaliação como este poderia acomodar os diferentes terminais, de acordo com as dimensões dos navios que operam neste e as características dos terminais que movimentam e armazenam cargas. Tem-se como fim a redução dos custos com a implantação do terminal, a dragagem e preparação do canal de acesso, da bacia de espera e da bacia de evolução, que são significativos na implantação de um porto. A proposta de zoneamento tem por base as seções do trabalho referentes a Terminais de Carga e Conceituação para Portos Estuarinos, nos capítulos 5 e 6.

O caso de estudo deste trabalho, como mencionado, é o Porto de Santos, localizado no Estuário de Santos e já detalhado e comentado ao longo dos capítulos 7 e 8 com aspectos importantes relacionados à geografia da região, ao porto, aos acessos portuários e ao crescimento e desenvolvimento deste, que o tornaram o maior e mais importante da América Latina.

Em primeiro lugar, evidencia-se qual o calado máximo operacional navegável do Porto de Santos hoje ao longo dos trechos do seu estuário depois da conclusão do último projeto de dragagem, ao longo de 2015, para o trecho I.

Este calado operacional é avaliado pela Marinha em maré de baixa-mar de sizígia, como uma referência de segurança para as condições de navegabilidade no porto mais limitadas, e é mantido através de dragagem de manutenção mensal.

Tabela 22 - Calado Operacional máximo navegável no Porto de Santos(SP)

Trecho	Região	Calado Máximo de Operação no Canal de Navegação (Zero DHN)	Data que entrou em vigor
I	Barra-Entrepasto de Pesca	13,20 m	Junho/2016
II	Entrepasto de Pesca-Torre Grande	13,20 m	Junho/2016
III	Torre Grande-Armazém 6	12,70 m	Junho/2016
IV	Armazém 06-Alemao 02	12,70 m	Junho/2016
V	Alemao 02-Final do trecho IV	11,20 m	Junho/2016

Fonte: CODESP (2016); Carta da Autoridade Portuária DP-GD/452.2016

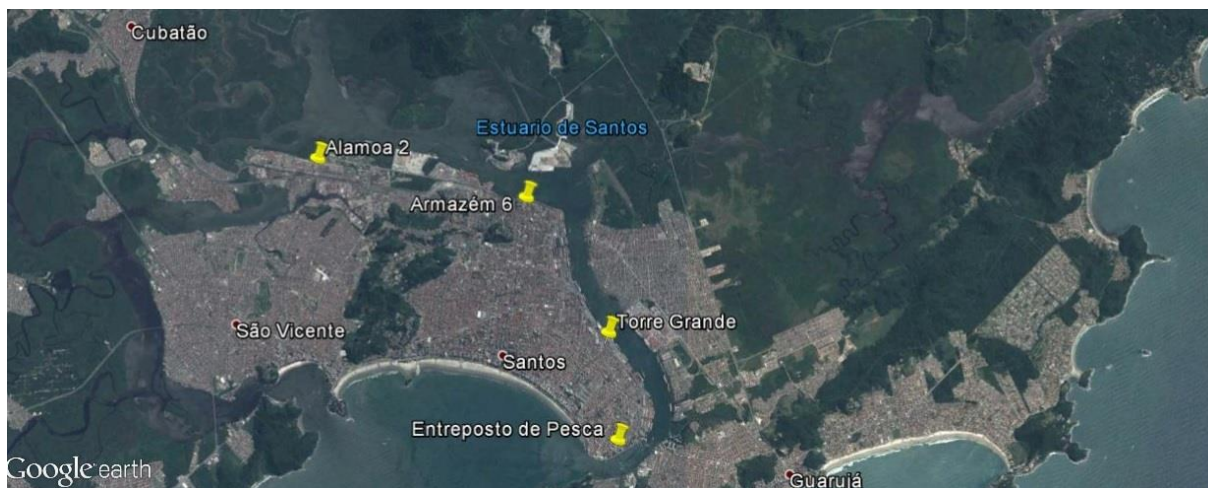


Figura 36 - Trechos Porto de Santos
Fonte: Google Earth (2013)

Segue-se ainda um mapa batimétrico do Relatório Modelagem de Processos Sedimentológicos no Porto de Santos (2015), elaborado pela Secretaria de Portos junto a COPPE/UFRJ, IVIG e INPH. Esse modelo foi gerado a partir das informações batimétricas da região estuarina de Santos para um plano vertical escolhido no nível médio do mar e corrigido com acréscimo de 0,80 m de profundidade relativo aos valores médios de amplitude da maré de sizígia.

Nota-se a profundidade média de 15,0 m ao longo do canal de acesso já referida ao longo do trabalho. Segundo o mesmo relatório, a dragagem de manutenção no Porto de Santos para a profundidade de 15,0 metros, draga um volume de 4×10^6 m³/ano e tem um custo estimado em 52 milhões de reais/ano.

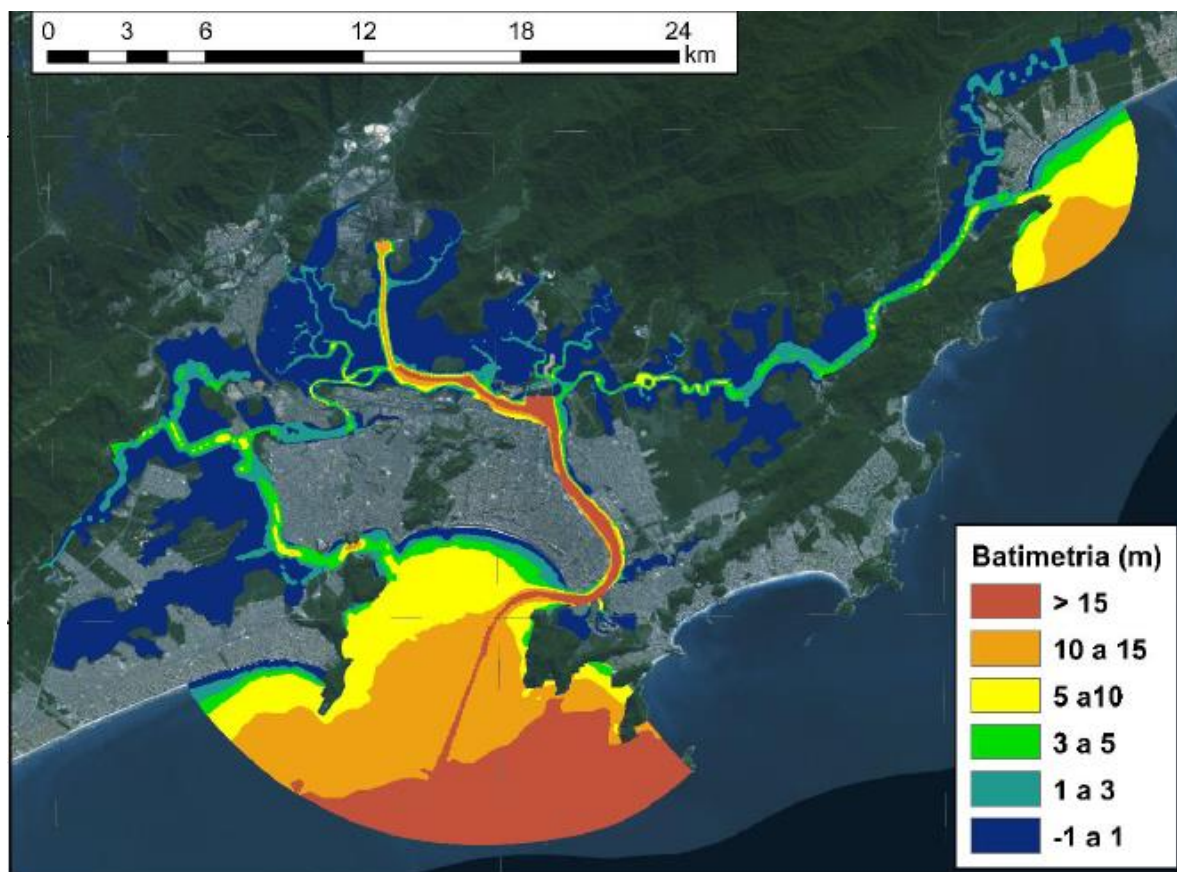


Figura 37 - Planta batimétrica - Estuário de Santos
 Fonte: Secretaria de Portos (2015)

Comparando a Figura 37 da planta batimétrica do Estuário de Santos com as informações levantadas de calado máximo navegável por trecho no Canal de Santos na Tabela 22, com as tabelas desenvolvidas ao longo do capítulo 5 das dimensões dos principais navios utilizados por carga movimentada, chega-se à primeira conclusão que existe hoje uma limitação em relação às embarcações que o Porto de Santos pode receber para as cargas de granel líquido, granel geral e contêiner.

Para o caso de carga geral e navios *Roll-on/Roll-off* não existe essa limitação de operação e movimentação de cargas através da entrada de navios no Porto de Santos. Um navio *Roll-on/Roll-off* de 50.000 TPB tem calado de 12,4 metros e um navio de carga geral de 40.000 TPB tem calado de 12,5 metros, logo ambos se encontram dentro do limite do Canal de Santos de 13,2 m nos trechos I e II e de 12,7 m nos trechos III e IV.

8.1 Carga Containerizada

Para o caso da carga na forma de contêineres, nota-se que há pleno atendimento para navios Panamax de até 55.000 TPB, mas uma limitação dentro da faixa de navios Post-Panamax com calados superiores a 14,0 metros e não há capacidade de receber navios mais modernos e de dimensões maiores, com capacidade de carregar cargas superiores a 8000 TEUS, como os *Very Large Post-Panamax* e os *Ultra Large Post-Panamax*.

O que se observa é que importantes terminais de carga containerizada como BTP, Embraport, Tecondi e Rodrimar encontram-se significativamente afastados da embocadura do estuário. Como mencionado, a distância como fator sozinho na análise do zoneamento portuário em Santos não se configuraria um obstáculo para o desenvolvimento do porto e o aumento da movimentação de carga dos terminais de contêiner, mas a limitação de calado máximo navegável sim.

Em um horizonte de longo prazo para que o Porto de Santos se mantenha competitivo e atraente para as principais empresas de transporte de contêineres no mundo e permaneça o principal *hub-port* da América Latina, ele deve ser capaz de atender os principais tipos de embarcação utilizados no transporte desta carga. Como mostrado na Tabela 1, um navio *Post-Panamax* pode superar calado de 14,0 m, e navios ainda maiores são uma tendência no futuro com comércio internacional com capacidade superior a 10.000 TEUs e calado superiores a 15,0 m. Este é um padrão que é recomendado de projeto para poder operar no Porto de Santos, se necessária a demanda, em um cenário futuro.

A partir das considerações de zoneamento de terminais portuários para uma região estuarina, concluiu-se que terminais de contêineres, quando comparados à carga geral solta, granel sólido mineral exigem maiores profundidades de atracação, áreas de tamanho médio de armazenagem e operação de cargas com acesso terrestre rodoviário. É uma sugestão para o próximo plano de desenvolvimento e zoneamento portuário de Santos avaliar-se a possibilidade de arrendar áreas para os terminais de contêineres mais próximas da embocadura do estuário, como nos trechos II e III, onde o calado máximo navegável é mais amplo, e se realizar um programa de dragagem de implantação e manutenção que amplifique o limite de calado operacional restrito para o perfil de embarcações de carga containerizada.

Além disso, é também uma sugestão se estudar a possibilidade de não colocar as estruturas de armazenagem de granel líquido, ou seja, os tanques de armazenagem, significativamente próximos dos terminais de contêineres. No dia 2 de Abril de 2015, tanques da empresa Ultracargo na região do Alemoa em Santos explodiram e provocaram um incêndio que se alastrou por nove dias, até ser controlado, prejudicando e até paralisando a operação dos terminais da BTP e Rodrimar, com proximidade inferior a 1 km do local do incêndio, por mais de dez dias. Mesmo com todas as medidas de segurança, terminais de granel líquido têm um risco envolvido grande de ocorrência de incêndios e um acidente em maiores proporções pode não só paralisar a operação portuária nos terminais de contêineres, como provocar consequências mais graves em um cenário mais pessimista, como prejuízo à estrutura do próprio terminal.

8.2 Granel Líquido

Nota-se que não existe uma restrição atualmente em relação aos navios que transportam gás natural liquefeito (GNL) e gás de petróleo liquefeito (GPL), já que o calado máximo para o primeiro encontra-se na faixa de 12,8 metros para navios de 250.000 m³ de capacidade volumétrica e de um calado de 12,1 metros para navios de 75.000 m³ de capacidade (Tabela 8).

Mesma situação ocorre para navios-tanque que geralmente transportam produtos químicos como soda cáustica ou suco cítrico, e não devem exigir mais que um calado de 12,0 m. Um exemplo de terminal marítimo no Porto de Santos com esse foco na movimentação de cargas é a Dow Química, um terminal privado no Guarujá localizado próximo a Sítio Conceiçãozinha, em Vicente de Carvalho.

Porém, para navios petroleiros, existe uma limitação no atendimento já que o calado de um navio de 100.000 TPB supera os 15,0 metros que é superior ao limite de profundidade máxima navegável no Porto de Santos. Navios petroleiros podem ter calados superiores a 20,0 metros, como mostrado na Tabela 6, e representam um desafio de atendimento em regiões estuarinas, como é o caso do Porto de Santos.

Em 2015, a movimentação de granel líquido no Porto de Santos atingiu o valor de 15.592.760 ton. A maior parte dos terminais que movimentam líquidos a granel estão localizados, ou na Ilha Barnabé, com três berços de atracação, como os terminais da Adonai Química, Ageo Norte, Ageo Terminais e Armazéns Gerais Granel Química, ou no Píer do Alemoa com quatro berços de atracação, que é o caso da Ultracargo e da Transpetro (braço logístico da Petrobras).

Superar os 17 metros de calado no canal de navegação de um sistema estuarino é uma possibilidade para expandir a oferta de navios que poderiam operar granel líquido no Porto de Santos, mas envolveria uma grande operação de dragagem e elevados custos anuais associados para implantação e manutenção. Somente em 2015, o custo de dragagem contratado um período de seis meses para manutenção da profundidade do canal de navegação de 15,0 m ao longo do estuário do canal de Santos, que atende ao porto, foi de R\$ 19,7 milhões, com a empresa Van Oord Operações Marítimas.

Segundo ALFREDINI e ARASAKI (2013), o custo de aprofundamento da cota batimétrica de 12,8 m para 15,0 m, quando esta dragagem foi implementada, foi de R\$ 189 milhões, com 13 milhões de m³ escavados, além de R\$ 17,9 milhões de reais para os 22,4 mil m³ derrocados em 2009. Mesmo o aprofundamento para 15,7 m no canal de navegação, cuja licitação foi suspensa em Março/2016, segundo o jornal A Tribuna, envolveria um custo de implementação de R\$ 369 milhões. O fornecimento desses dados visa transmitir a dificuldade financeira envolvida em projetos de aprofundamento do calado operacional máximo navegável no estuário de Santos, para que atendessem navios que transportassem petróleo na forma bruta. O atendimento destas embarcações só seria possível e viável tecnicamente e economicamente através da implantação de terminais *off-shore* junto à costa do porto em locais mais afastados. Algumas das sugestões de locais em que poderia ser implantado são a Avenida Almirante Saldanha da Gama, em Santa Cruz dos Navegantes na boca do estuário, ou mesmo ainda, mais isolado no lado do Guarujá, junto a Praia do Guaiúba e a Praia do Forte das Andradas, onde segundo a

planta batimétrica levantada por ROVERSI(2012) na Figura 22 ou o estudo da Secretaria de Portos (2015) na Figura 37, para terminas afastados da costa seria possível obter uma profundidade máxima navegável superior a 19,0 m. O projeto de um berço convencional para movimentação de petróleo envolveria uma ponte de acesso entre a linha de costa e a plataforma de movimentação de carga, através de oleodutos e estruturas de acostagem. A alternativa envolveria custos elevados de implantação dos terminais e de desapropriação na área em que houvesse a implantação, porém, a redução com os custos de dragagem periódica, em relação àquela do canal de navegação no estuário. O atendimento de uma amplitude maior de embarcações poderia trazer retornos financeiros elevados, dentro período de *payback* do projeto, que justificasse sua realização. Esta alternativa, depois de devidos estudos de projeto e viabilidade técnico, econômica e ambiental, pode ser uma possibilidade, mas pelo menos em horizonte de projeto a médio prazo, há uma série de razões pelas quais não deve ser adotada ainda para o Porto de Santos.



Figura 38 - Pontos possíveis de implantação de terminal de Granel Líquido
Fonte: Google Earth (2014)

O Porto de Santos atualmente somente opera derivados de petróleo e navios-tanque de produtos químicos através dos terminais da Transpetro, Adonai Química, Dow Química, Ageo Terminais, Granel Química, TEAG e Ultracargo (Figura 28). Assim, ainda não há necessidade de calados máximos navegáveis e dimensões náuticas tão elevadas para operação com granel líquido respectivo àquelas de navios que movimentam petróleo bruto. A profundidade navegável média de 15,0 metros atuais no canal de acesso do porto (Figura 37) é suficiente para a navegação de uma parcela significativa das embarcações que transportam derivados de petróleo e integralmente para a faixa de navios-tipo que transportam produtos químicos, como verificado pela Tabela 6 de ALFREDINI e ARASAKI (2013).

Ainda, o Porto de Santos se encontra a apenas 136 km do Terminal Marítimo de São Sebastião da Petrobras (SP) e a 232 km do Terminal da Baía da Ilha Grande em Angra dos Reis (RJ). Em ambos já há operação com petróleo através de píeres, pontes de acesso e trapiches de atracação, além da movimentação com monoboia ou quadro de boias, em calados que superam os 20 metros nas estruturas de atracação.

Os terminais de movimentação de óleo e produtos químicos exigem áreas de dimensões não tão significativas, usualmente, quanto no caso de granel sólido, mas é essencial que estes estejam localizados afastados de áreas de grande concentração urbana e outros terminais, devido ao risco envolvido no armazenamento e operação de produtos inflamáveis. Em relação ao acesso, o transporte da carga pode ser realizado com oleodutos ou por rodovias através de caminhões-tanque. Assim, em um porto estuarino, como no caso de Santos, é ideal que estejam localizadas no fundo do estuário, em que há maior isolamento em relação às áreas mais adensadas próximos do núcleo urbano da cidade de Santos e do Guarujá. Nota-se que no Porto de Santos quase metade dos terminais de granel líquido já estão localizados na região do Alemoa e esta região somadas, principalmente, àquelas ainda não ocupadas pelo porto e mais afastadas da ocupação urbana nas Ilhas dos Bagres e Barnabé, se constituem em locais preferíveis para a implantação dos terminais de Granel Líquido.

8.3 Granel Sólido

Tal qual granel líquido, os navios que transportam granel sólido podem ter grandes dimensões e muitas vezes superar os 20,0 metros de calado máximo. Hoje, no Porto de Santos, o limite de atendimento se encontra na faixa de 80.000 TPB (Tabela 4), que significa um calado de 14,0 metros atingível durante uma maré de sizígia no canal de navegação do porto.

No caso de Santos, o papel do granel sólido é especialmente importante para o granel sólido de origem vegetal, como as principais commodities agrícolas com origem nas regiões Sul, Centro-Oeste e o estado de São Paulo, e tendo o porto como um dos principais pontos de exportação da carga. Só em 2015, foram 53,7 milhões de toneladas movimentadas, superando um recorde da série histórica do porto, que era de 2013. Das principais cargas movimentadas ao longo do ano de 2015 no porto, o complexo soja foi responsável por 17,8 milhões de toneladas (alta de 7,9% em relação a 2014), o açúcar teve 18,19 milhões de toneladas (alta de 5,3% em relação a 2014), o milho teve 15,79 milhões de toneladas (alta de 76% em relação a 2014) e, por fim, o café teve 1,61 milhões de toneladas (alta de 39,7% em relação a 2014).

A partir da Figura 32, com a relação dos principais terminais de movimentação de granel sólido no Porto de Santos, constata-se uma desconcentração e distribuição espacial grande entre os terminais ao longo do porto, ainda que a maioria esteja nos trechos nos quais o calado máximo navegável encontra-se na faixa de 13,2 metros de profundidade.

Tal qual a movimentação de cargas de granel líquido e carga containerizada, há no Porto de Santos uma dificuldade em ampliar a frota de navios *bulk-carriers* que podem operar no porto, devido às dimensões destes. Em relação a dimensões dos navios *bulk-carriers* que operam hoje no mercado internacional (Tabela 4), nota-se que, tal qual para granel líquido, se poderiam buscar formas de ampliar para valores mais elevados o calado máximo navegável na atracação de navios. No caso de granel líquido, uma das sugestões, em um ambiente de projeto a longo prazo, foi a implementação de um terminal externo ao porto que, através de uma ponte de acesso e construção de estruturas de proteção como quebra-mar que limitassem a influência das ondas, permitisse a operação portuária de granel líquido com grandes navios que transportam petróleo mais afastada da costa, aonde se encontrasse profundidades de atracação superiores a 17,0 m. Contudo, no caso do granel sólido não é recomendado sugestões como implantação de um terminal externo, que envolve grandes custos envolvidos na implantação e teria o efeito de ampliar a frota operante, pelo aumento grande no calado máximo navegável, por uma série de razões:

- i) Navios como Valemax citados anteriormente nesse trabalho, de grandes dimensões e com calados superiores a 20,0 metros de profundidade, operam principalmente minério de ferro. Ainda que aproximadamente 35% das cargas movimentadas em todos os portos no país em 2015 tenham sido de minério de ferro (ANTAQ-2015), o Porto de Santos praticamente não movimenta minério de ferro, em comparação ao total movimentado anualmente e opera granel sólido principalmente na forma de granel de origem vegetal, isto é, soja, milho, café, açúcar, etc.

Tabela 23 - Movimentação de carga (ton) no Porto de Santos em 2014/2015

Carga (t)	Ano			
	2014	%	2015	%
Exportação				
Açúcar	17.276.544	15,54%	18.185.744	15,16%
Álcool	1.181.741	1,06%	1.651.216	1,38%
Café	1.510.993	1,36%	1.605.972	1,34%
Carnes	831.254	0,75%	806.460	0,67%
Complexo Soja	16.464.584	14,81%	17.772.632	14,82%
Gasolina	1.357.964	1,22%	1.170.666	0,98%
Milho	8.967.526	8,07%	15.786.889	13,16%
Óleo combustível	2.094.682	1,88%	2.259.005	1,88%
Óleo diesel	1.992.810	1,79%	1.669.903	1,39%
Sucos cítricos	1.974.095	1,78%	1.987.259	1,66%
Outros	19.440.339	17,49%	21.258.319	17,73%
SubTotal	76.574.936	68,89%	87.565.004	73,01%
Importação				
Adubo	3.439.405	3,09%	2.408.199	2,01%
Amonia	337.614	0,30%	353.038	0,29%
Carvão	1.545.450	1,39%	978.682	0,82%
Enxofre	1.870.013	1,68%	1.972.704	1,64%
GLP	924.162	0,83%	891.627	0,74%
Minério de Ferro	616.943	0,56%	345.067	0,29%
Nafta	278.744	0,25%	233.917	0,20%
Sal	905.279	0,81%	940.369	0,78%
Soda Cáustica	894.862	0,81%	818.837	0,68%
Trigo	1.428.512	1,29%	643.256	0,54%
Outros	22.343.565	20,10%	22.780.480	18,99%
SubTotal	34.584.549	31,11%	32.366.176	26,99%
Total	111.159.485		119.931.180	

Fonte: CODESP (2015)

A tabela acima com a relação das cargas movimentadas em 2014/2015 no Porto de Santos mostra como em 2015 o percentual de cargas movimentadas de minério de ferro em relação ao total movimentado no Porto de Santos foi de somente 0,29% enquanto a de soja, por exemplo, foi de 14,82% e de milho, 13,16%. Pode concluir-se que o planejamento de granel sólido atualmente no Porto de Santos deve ser feito principalmente com relação à movimentação de granel sólido de origem vegetal.

- ii) Uma das principais razões pelas quais para o minério de ferro, empresas como a Vale buscam utilizar embarcações cada vez maiores, é compensar as grandes distâncias percorridas para os principais mercados consumidores do mundo na Ásia. A logística de transporte e os grandes volumes transportados por embarcação permitem a elas serem competitivas, quando comparados a fornecedores mais próximos como a Austrália. Somente em 2014, a China, o Japão, a Coreia do Sul e Taiwan somaram 79% das importações do minério de ferro brasileiro.

O mesmo não ocorre para o granel sólido vegetal. Em 2015, segundo a AgroSat, um órgão do Ministério da Agricultura responsável por divulgações de estatísticas relacionadas a importação e exportação, 36% das commodities agrícolas tiveram como destino a China. Ainda que seja um percentual extremamente expressivo na balança comercial brasileira, é baixo comparado à dependência do minério de ferro do mercado asiático. O trabalho não tem por objetivo fazer uma análise dessa perspectiva macroeconômica da balança comercial brasileira, mas em termos de Engenharia Portuária, analisa-se que não existe uma necessidade tão elevada de compensar as grandes distâncias de transporte da carga com o aumento significativo nas dimensões das embarcações de transporte desta, no caso das empresas brasileiras de agronegócio, e consequentemente dos portos que escoam a produção, como para o transporte de minério de ferro.

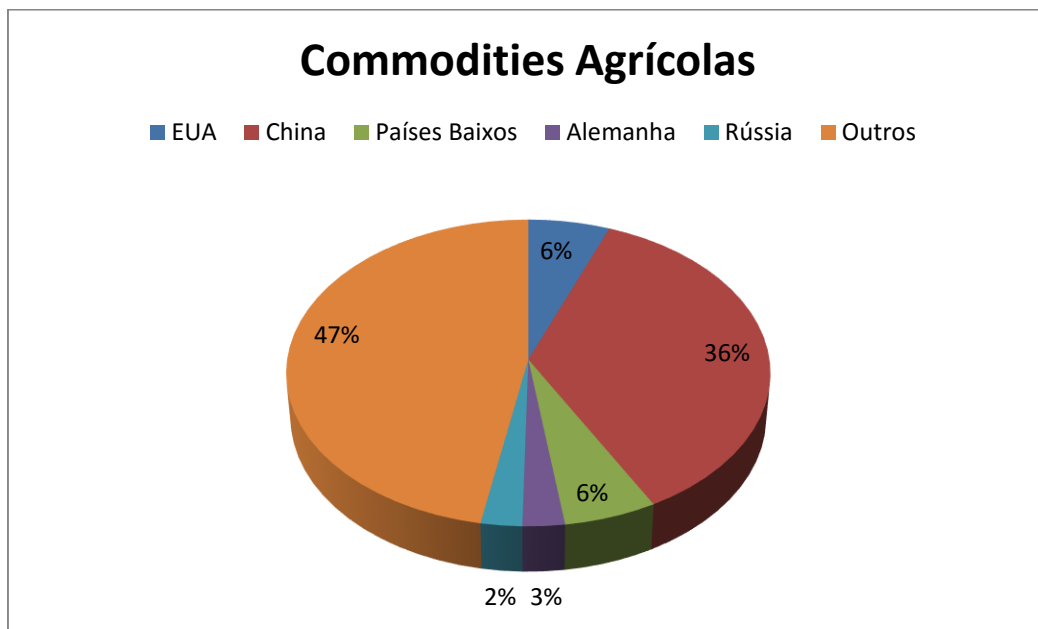


Figura 39 – Principais países de destino das exportações brasileiras de commodities agrícolas
Fonte: AgroSat (2015)

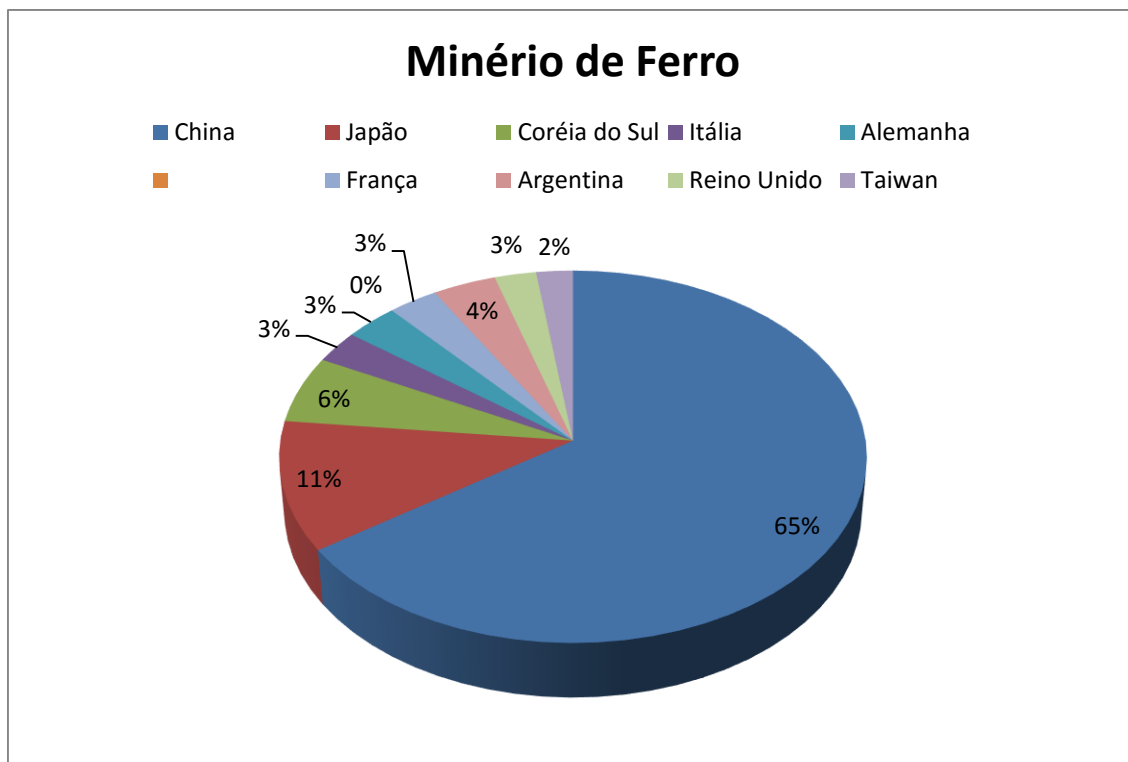


Figura 40 - Principais países de destino das exportações brasileiras de ferro
 Fonte: SECEX (2014)

- iii) Há limitações técnicas maiores na operação de carga de terminais de granel sólido em comparação com terminais de granel líquido, o que torna ainda mais custoso a implantação de terminais externos, neste caso, quando se tratando de regiões estuarinas. Enquanto o terminal de granel líquido pode ter estruturas de acostagem bastante afastadas das áreas de movimentação de carga e armazenamento, em função de se trabalhar com estruturas de transportes flexíveis e viáveis de operar com uma diversidade e amplitude de esforços muito grandes, o terminal de granel sólido exige uma proximidade maior da atracação da embarcação com as áreas de armazenamento. Isto porque as estruturas de transferência de carga de granel sólido pelas embarcações (carregadoras/descarregadoras de navio) para a estrutura de transporte da carga no porto (correias transportadoras) exigem grandes investimentos financeiros, e ainda são pesadas e pouco flexíveis, comparadas à operação com dutos em terminais de granel líquido. Por exemplo, segundo THORESEN (2014), enquanto para um navio-tanque superior a 200.000 TPB, a altura de onda significativa H_s durante a operação de transferência de carga pode estar na faixa de 2,5-3,0 m, para um navio que transporta granel sólido durante o carregamento de carga, esta altura de onda significativa está limitada a 1,0 m. Ainda, existe uma limitação maior em relação aos movimentos da embarcação possíveis durante a atracação, que pode chegar a 100% entre os valores comparados para os dois tipos de carga (Tabela 23). Isso significa que, nas operações de movimentação de carga em granel sólido, existem limitações muito maiores quanto aos esforços

naturais, principalmente aqueles devido às ondas, e por isso, à menos que haja um cuidado e investimento financeiro grande em estruturas de abrigo, é mais viável manter o planejamento dos terminais de granel sólido nas águas mais pacíficas dentro do estuário. Como, no caso do Porto de Santos, com movimentação majoritária de granel sólido na forma de grãos e conseqüentemente menores exigências de calado, não é recomendado, ainda, a implantação de um terminal portuário externo, devido aos elevados custos envolvidos de proteção marítima, obras de dragagem, desapropriação e implantação dos terminais. Contudo, estudos de análise e viabilidade de tal ideia que não fazem parte do escopo do trabalho, poderiam indicar o contrário.

Tabela 24 - Limitantes durante a operação portuária pela frota que opera cada tipo de carga

Carga	Altura de onda-limite Hs	Surge	Sway	Heave	Yaw	Pitch	Roll
Carga Geral	1,0 m	2,0 m	1,5 m	1,0 m	3 °	2 °	5 °
Container	0,5 m	1,0 m	0,6 m	0,8 m	1 °	1 °	3 °
Granel Sólido (carregamento)	1,5 m	2,0 m	1,0 m	1,0 m	2 °	2 °	6 °
Navio Petroleiro	2,5-3 m	3,03 m	3,0 m	-	-	-	-

Fonte: THORESEN (2014)

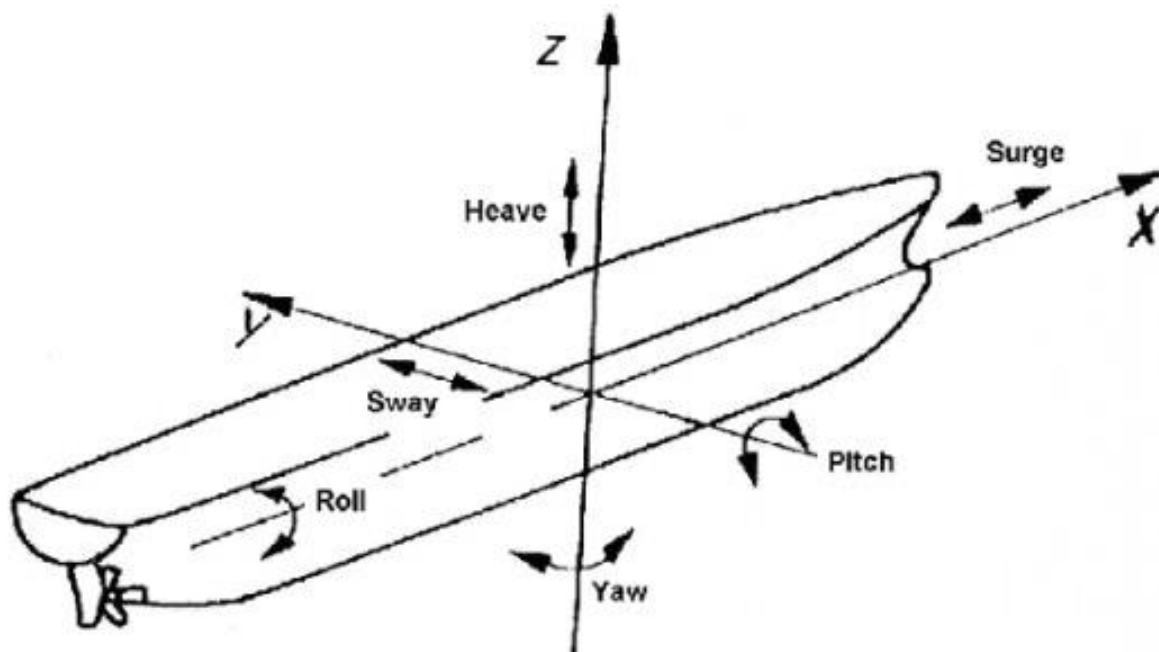


Figura 41 - Movimentos de um navio
Fonte: Marine Engineering Operations (2014)

Como visto no capítulo 6 e acima, terminais de granel sólido exigem grandes áreas disponíveis para armazenamento da carga de grãos em silos e devem estar o mais próximo possível dos terminais de acostagem, devido à logística de transporte de carga em correias transportadoras e o custo de instalação das mesmas. É extremamente importante também que haja acesso ferroviário, e se possível com um layout em pera ferroviária, para operação de descarregamento da carga através de sistema de viradores de vagões e outros equipamentos. Por isso, é indicado que, no Porto de Santos, eles estejam em locais nos quais há acesso ferroviário e estes são na Margem Direita, nas regiões do Alemoa, Paquetá e Valongo, e na Margem Esquerda, na região de Conceiçãozinha, por onde passam as ferrovias operadas pela MRS e pela Rumo Logística.

Ainda, existem outros motivos ligados ao aspecto ambiental que favorecem uma solução para o Porto de Santos para a qual terminais de granel sólido possam estar mais afastados da embocadura do estuário, em comparação com a preferência por terminais de contêineres localizados mais próximos da embocadura.

Terminais de granel sólido de origem vegetal podem gerar problemas de contaminação elevados e grau de distúrbio grande na região em função da forma como operam a carga que pode liberar particulados atmosféricos e odor desagradável, impactos muito superiores quando comparados a terminais de carga containerizada. A região na embocadura do estuário é de alto adensamento populacional (1546,6 hab./km²) e há um registro histórico na cidade de Santos de problemas relacionados a operação portuária dos terminais de granel sólido. A transferência destes terminais para regiões mais distantes da embocadura e a substituição por terminais de contêineres eliminaria ou reduziria a taxa de ocorrência destas situações prejudiciais à imagem do porto.

Como exemplo, em 18 de Outubro de 2013, um acidente no terminal da COPERSUCAR provocou um incêndio que se propagou dos terminais XI ao XXI. O resultado é que a rede de drenagem do porto foi atingida pelos efluentes gerados e o material chegou ao canal do Estuário de Santos. Lá no canal, propagado e transportado pela corrente teve, entre as consequências nos dias seguintes, um volume estimado morto de 4050 kg de peixes, 3 tartarugas, além de um prejuízo estimado em R\$ 130 milhões de reais para companhias.

Houve outros exemplos similares em relação a acidentes com terminais de granel sólido. Um deles foi também um incêndio em um dos galpões do terminal da Rumo Logística em 03 de Agosto de 2014, nas esteiras de transporte de commodities agrícolas do lado Norte do Armazém X, atingindo elevadores e outras esteiras. E outro, foi um incêndio em 20 de Outubro de 2014 no armazém do Terminal Exportador de Açúcar do Guarujá (TEAG), da Cargill. Acidentes como esse podem e devem ser evitados, mas os riscos são minimizados quando o foco do incêndio se encontra mais distante de regiões com maior ocupação populacional, em que há mais risco de haver vítimas nos acidentes.

Após os acidentes, o próprio Porto de Santos atualizou o Plano de Controle de Emergência (PCE) e passou a prever estratégias de combate em caso de incêndio e formas de preveni-los em terminais de granel sólido, como proteção através de projetores nas correias transportadoras,

aspersores nos filtros mangas, sistemas de inundação, canhões monitores para resfriamentos dos armazéns e sistemas de dilúvio nos elevadores de carga.

Ainda, terminais de granel sólido, em função das características físicas da carga transportada, e da forma como os grãos são retirados a partir dos silos de armazenagem, e a seguir transportados e descarregados, através de equipamentos como correias transportadoras, podem ter alto grau de despejo fora das estruturas de operação. Os grãos são um material de baixo peso específico têm facilidade de serem transportado por ação de forças como o vento. Quando as partículas entram em circulação, podem atingir comunidades populacionais próximas como é o caso das cidades de Santos e do Guarujá, ou ainda o próprio canal do estuário. A análise dos terminais da CSN e da VALE do Porto de Itaguaí, RJ, por exemplo, em TAVARES(2012), mostrou que em ambos os terminais havia grandes poças com água contaminada pelo despejo de material sólido e lama que era drenada superficialmente e, quando não havia drenagem segregada apropriada, o material contaminado podia ser direcionado para os corpos hídricos mais próximos. É indicado que vazamentos e contaminações similares sejam evitados de toda forma, mas o risco e consequências envolvidas são maiores ainda quando mais próximos os terminais foram da praia de Santos, um ponto turístico da cidade, e do próprio centro urbano, uma zona altamente adensada.

Portanto, é indicado que em um próximo plano de desenvolvimento e zoneamento portuário e os respectivos processos de licitação em que participem os setores arrendatários e terminais do Porto de Santos próximos a embocadura do Estuário, que os terminais de contêiner tenham preferências por essas áreas pelas razões já mencionadas, e que teria como efeito a elevação do potencial de aumento da capacidade operacional destes terminais. Os terminais de granel sólido de origem vegetal poderiam ser alocados para regiões no Estuário de Santos mais afastadas dos centros urbanos das cidades de Santos e Guarujá a fim de, entre outras razões mencionadas, reduzir os riscos ambientais envolvidos na operação da carga.

Conclui-se que, para continuar obtendo bons resultados para a movimentação de granel sólido de origem vegetal no Porto de Santos, a partir da alocação deles em regiões mais à jusante do estuário, é suficiente:

- A implantação de um plano de desenvolvimento e zoneamento portuário que preveja a modernização dos terminais existentes e a aquisição de equipamentos mais modernos.
- O desenvolvimento do acesso aos terminais, principalmente através de ferrovias, que teria como consequência a redução de custos no transporte da carga e a maior eficiência na movimentação desta.
- Aumento da profundidade máxima navegável no canal de navegação do porto através de um projeto de dragagem que expanda o calado máximo navegável hoje, limitado a 13,2 metros na maior parte dos trechos (DHN), e uma dragagem de manutenção regular eficiente.

8.4 Zoneamento Proposto

Segue resumida a sugestão de zoneamento proposto em função do tipo de carga movimentada para as principais regiões do Porto de Santos, a partir dos setores delimitados pelo PDZPS(2006) e que constam a localização na Figura 23.

Ponta da Praia e Macuco – Atualmente o principal tipo de carga movimentada é de granel sólido com origem vegetal. Sugere-se a movimentação de carga conteineirizada.

Conceiçãozinha – A sugestão é que as áreas na margem esquerda do Porto, no município do Guarujá, que são utilizadas, atualmente, para movimentação de contêineres pelo Tecon Santos e movimentação de granel sólido de origem vegetal, sejam arrendadas somente para operação de carga conteineirizada, devido à proximidade da embocadura do estuário. Mais à montante do estuário, no trecho III (Torre Grande – Armazém 6), poderia haver também a implantação de terminais de carga geral solta ou terminais de granel sólido vegetal.

Outeirinhos– Há movimentação de carga em terminais ligados a granel sólido de origem vegetal e carga geral. Sugere-se que a região fique limitada à movimentação de carga geral, conteineirizada ou não.

Paquetá, Valongo e Sabóo – Atualmente há uma diversidade grande de terminais de carga operando na área com terminais de carga geral, terminais de granel sólido de origem vegetal e mesmo terminais de granel líquido. Recomenda-se a ocupação pela área de terminais de carga geral e terminais de granel sólido vegetal, tomando-se os devidos cuidados ligados à contaminação ambiental na movimentação de carga nos terminais portuários.

Ilha do Bagre e Ilha do Barnabé – Em função das grandes áreas disponíveis para ocupação, sugere-se a ocupação com terminais de granel sólido, cuja armazenagem e operação pode envolver grandes áreas ou de granel líquido, para os quais é recomendado que os tanques de armazenagem estivessem distantes de pontos de elevada densidade populacional.

Alemoa – Por conta do afastamento da boca do estuário e principalmente de regiões com alta ocupação urbana, comparado a outros pontos no Porto de Santos, é sugerida a ocupação com terminais de granel líquido, cuja operação envolve riscos elevados. Adicionalmente, poderia ser estudada a implantação de terminais de granel sólido de origem vegetal, já que estes têm maior dependência, dentro da gama de terminais de carga estudados, de malha de acesso ferroviária e por essa região atualmente atuam já as ferrovias em bitola mista, operadas pela MRS e a Rumo Logística.

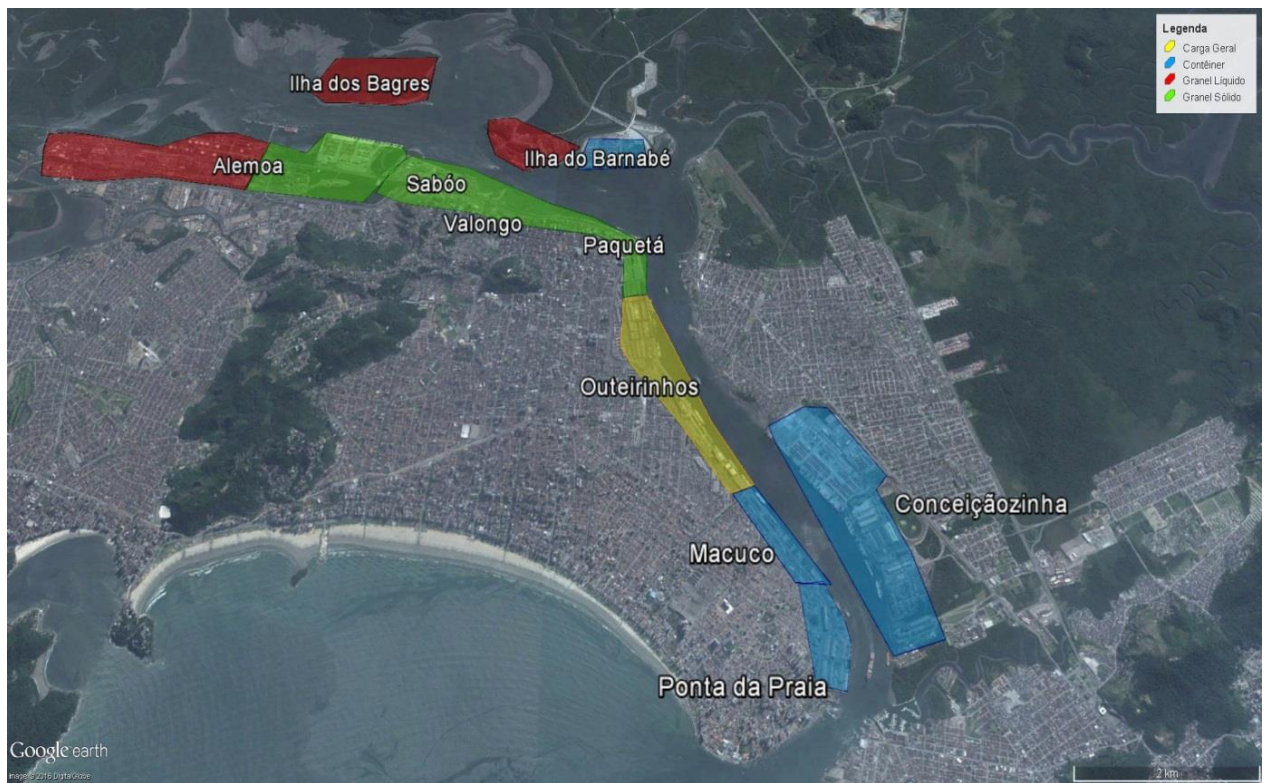


Figura 42 - Layout do zoneamento portuário proposto para o Porto de Santos(SP)
Fonte: Google Earth (2015)

9 Conclusões

O trabalho teve como objetivo preliminar estabelecer conclusões a respeito da movimentação de cargas em terminais portuários e que perfil de frota de embarcações deve ser atendido para cada terminal de cargas em um porto. Coletaram-se dados em algumas das principais referências bibliográficas em Engenharia Portuária e se pôde fazer o diagnóstico das dimensões das embarcações que atendem a um porto multimodal e operam as principais cargas, Granel Sólido, Granel Líquido, Carga Geral Solta ou Conteneurizada, além das características náuticas que o porto deve possuir para atendê-las.

Considerando a coleta dos dados neste trabalho e a hipótese de se tratar de um arranjo portuário estuarino, escolhido em função das características particulares limitantes em relação à área do porto, profundidade do canal de acesso, características hidrodinâmicas do corpo d'água, limitação geométrica do canal, a hipótese de elevada ocupação urbana nas margens e o próprio fato que uma parte considerável dos principais portos do Brasil foram implantados em estuários. A partir destas premissas, foi possível tirar as seguintes conclusões em relação aos terminais com a finalidade aumentar a capacidade operacional e melhorar a logística de zoneamento dos terminais nos portos estuarinos:

- Os terminais de contêineres, se possível, devem ser implantados mais próximos da embocadura do estuário. Isto porque, em primeiro lugar, os navios-tipo podem atingir maiores calados que navios graneleiros e navios que transportam derivados de petróleo ou produtos químicos. Ainda, os terminais não têm dimensões tão significativas quanto de granel sólido, fator de dificuldade adicional para implantação em zonas já ocupadas pelo meio urbano, que é geralmente o caso das áreas próximas à entrada do estuário, e têm menor risco ambiental envolvido na operação comparado aos terminais de granel líquido e granel sólido.
- Os terminais de granel sólido devem estar localizados aonde houver maiores área disponíveis na região portuária do estuário e áreas isoladas do meio urbano, devido às grandes dimensões das áreas de armazenagem e operação com carga e o risco ambiental de contaminação e dispersão de particulados atmosféricos durante a movimentação do granel. A consequência disso é que, geralmente, devem ser implantados mais afastados da entrada do estuário. Dentro dos terminais de carga avaliados, também é o que tem maior exigência de acesso ferroviário para descarregamento de carga e há preferência pelo layout em pera ferroviária, se possível.
- Para terminais de granel líquido, também se recomenda o afastamento da embocadura do estuário. Porém, neste caso, também é necessário que haja isolamento, não só em relação a zonas residenciais adensadas, mas ainda em relação a outros terminais de carga já que há risco considerável na operação e armazenamento de granel líquido inflamável. O armazenamento e a operação de cargas não necessitam estar próximo do cais de

atracação devido ao transporte da carga por dutos e podem ser buscadas zonas mais isoladas no fundo do estuário.

Todavia, mesmo após as conclusões, era importante a aplicação destes conceitos a um caso específico real para verificar a aderências das propostas e o caso escolhido foi o Porto de Santos. A escolha se deu em função de fatores como: sua importância no cenário nacional e continental, pelo fato de possuir todos os terminais de carga analisados na primeira parte conceitual do trabalho, por estar localizado em um estuário com grande adensamento urbano e populacional, e, por fim, o fato da evolução e crescimento do porto ao longo dos anos terem sido acompanhadas de problemas ambientais na região, complicações em função do acesso de transporte limitado e restrições de profundidade no estuário que podem afetar o desempenho operacional de uma parte dos terminais.

Antes de aplicar os conceitos de terminais de carga e zoneamento em um porto estuarino, foi estudado o histórico do Porto de Santos, foram estudadas as características do estuário de Santos, foi analisado o último Plano de Desenvolvimento e Zoneamento Portuário de 2006 e caracterizou-se o porto em relação ao desempenho comercial, os acessos de transporte, a *Hinterland* do porto e quais eram os terminais existentes, com a localização e movimentação de carga dos principais. Aplicando finalmente as conclusões teóricas do trabalho no zoneamento dos terminais de carga se chegou às seguintes recomendações:

- Os terminais de granel sólido, de origem vegetal, por não exigir profundidades navegáveis nos canais de acesso do porto tão elevadas quanto os navios que movimentam minério, e a operação e armazenamento da carga exigir grandes áreas disponíveis de terminal e acesso ferroviário ao terminal, deveriam ficar em posições intermediárias ou no fundo do estuário. Desse modo, é recomendado o posicionamento dos terminais na Margem Direita do Porto de Santos, à montante do estuário nas regiões de Paquetá, Sabóo, Outeirinhos e Alemoa, em que há acesso ferroviário e se encontra mais afastado das zonas com maior adensamento urbano de Santos.
- Terminais de granel líquido, limitados em Santos à movimentação de derivados de petróleo, GLP e produtos químicos, têm profundidade navegável exigida no porto bem menor do que para operação com petróleo bruto e que pode ser mantida através de dragagem de manutenção para a profundidade atual média do Porto de Santos de 15,0 metros. Contudo, pelo risco envolvido de contaminação e acidentes durante a operação e armazenamento em tanques com a carga, e a possibilidade de aproveitar áreas não ocupadas e isoladas dos outros terminais e concentrações urbanas, se sugere implantá-los nas regiões da Ilha de Barnabé, Ilha de Bagres e parte do Alemoa, aonde já há ocupação atual de granel líquido através do terminal da Transpetro.

- No caso de carga geral containerizada, indicou-se fazer a implantação destes terminais mais próximos da embocadura do estuário e das principais concentrações urbanas em volta do Porto de Santos. Foram sugeridas as regiões do Macuco, Ponta da Praia e Conceiçãozinha, além da Ilha de Barnabé, aonde já está implantado o terminal da Embraport no Porto de Santos.

Ainda que seja necessário ressaltar que estas recomendações dependem de estudos mais detalhados para análise de viabilidade técnica, ambiental e econômica além de um diagnóstico das implicações contratuais e operacionais inerentes a qualquer reordenamento de terminais de carga, se espera que este estudo e análise conceitual de terminais portuários possa servir de base para o zoneamento dos terminais portuários em qualquer porto estuarino e com características próximas ao do Porto de Santos, foco de análise, estudo e aplicações conceituais neste trabalho.

10 Referências Bibliográficas

ALFREDINI P., ARASAKI. E., **Engenharia Portuária**, 1ª ed. São Paulo, Blucher, 2013.

ANTAQ, **Relatório Estatístico Semestral 1º Sem/2015**, 2015.

ARAÚJO J. G., **Navegação de Cabotagem no Brasil**, Nov.2013, disponível em:
<http://www.tecon.com.br/site/content/apresentacoes/ilos.pdf>. Acesso em: 03 de Abril de 2016

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **NBR 9782: Ações em estruturas portuárias, marítimas ou fluviais**, Rio de Janeiro, 1987.

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

BERGER F.R., **Portos e Terminais Marítimos Do Brasil**, 3ª ed. São Paulo, Fotoimagem, 2011.

BRASIL. **Lei nº 12.815**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 5 de Junho de 2013.

C.O.D.E.S.P., **Comunicado à Imprensa, 2015**, disponível em:
<http://www.portodesantos.com.br/pressRelease.php?idRelease=917>. Acesso em: 04 de Maio de 2016.

C.O.D.E.S.P., **Plano de Desenvolvimento e Zoneamento do Porto de Santos**, 2006.

C.O.D.E.S.P., **Mensário Estatístico do Porto de Santos**, Dezembro/2015.

C.O.D.E.S.P., **Panorama do Porto de Santos, 2015**, disponível em:
http://www.portodesantos.com.br/down/imprensa/panorama_porto.pdf. Acesso em: 17 de Maio de 2016.

C.O.D.E.S.P., **Planos de Emergência no Porto de Santos, 2015**, disponível em:
http://www.antaq.gov.br/portal/pdf/Palestras/2015/2015_Seminario_Sustentabilidade_Ambiental/Painel2/07_Planos_Emergencia_Porto_Santos_PEI_PAPS_PCE_PAM.pdf. Acesso em: 28 de Maio de 2016.

SECRETARIA DE PORTOS, **Modelagem de Processos Sedimentológicos no Porto de Santos**, Emissão Inicial, 2015.

DE MELLO, G.H., **A Modernização de Santos no final do século XIX**, Cadernos CERU, USP, n.18, pp. 107-131., 2008.

FIALHO F.A.B., **Oportunidade de Investimentos nos Portos Brasileiros**, ANTAQ, São Paulo, 2009, disponível em: <http://www.antaq.gov.br/portal/pdf/palestras/Jun09OportunidadesdeInvestimentoPortosBrasileiros.pdf>. Acesso em: 03 de Abril de 2016

FONSECA F., **Intermodal 2015 – Cabotagem no Brasil**, São Paulo, Abril 2015, Feira Internacional de Logística, Transporte de Cargas e Comércio Exterior, disponível em: <http://www.antaq.gov.br/portal/pdf/Palestras/2015/20150407-Fernando-Fonseca-Cabotagem-INTERMODAL-SP-Abril-2015.pdf>. Acesso em: 05 de Abril de 2016

GOES FILHO. H., **Planejamento de Portos e Terminais**, 1ª ed. Rio de Janeiro: VALE, 2011.

HILSDORF W.C., NETO M.S.N., **Porto de Santos: prospecção sobre as causas das dificuldades de acesso**, Revista Gestão e Produção, no 1, vol. 23, São Carlos, Blucher, 2015.

I.P.E.A., TD 1165 - **Comércio Internacional: Metodologia para Atração de Cargas - Estudo de Caso do Porto de Santos**, 1ª ed. Rio de Janeiro, 2006.

MORGAN F.W., **Ports and Harbours**, 1ª ed. UK. Hutchinson University Library, 1952.

PAIVA, R.T., **Zonas de Influência Portuárias (*Hinterlands*) e um Estudo de Caso em um Terminal de Contêineres com a Utilização de Sistemas de Informação Geográfica**, Dissertação de M.Sc., Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial da PUC-RIO, Rio de Janeiro, RJ, 2006.

ROVERSI, F., **Estudo Hidrodinâmico e Renovação das Águas do Sistema Estuarino de Santos**, Dissertação de M.Sc., Programa de Engenharia Oceânica da COPPE-UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, 2012.

SPNT/MT, **Projeto de Reavaliação de Estimativas e Metas do Plano Nacional de Logística e Transportes**, Brasília, 2012.

P.I.A.N.C., **Report of the International Study Commission on Standardisation of Roll-on/Roll-off Ships and Berths**, Supplement to Bulletin, no.33, vol. II, Brussels, 1978.

TAVARES, B., **Problemas ambientais associados à movimentação portuária de minérios, com ênfase em efluentes líquidos**, Projeto de Graduação. Escola Politécnica da UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, 2012.

TORRES, C. L., **O Intermodal a passos largos**. Valor Setorial Ferrovias, São Paulo, p. 8-10, set. 2006.

THORESEN. C., **Port Designer's Handbook**, 3ª ed. Londres, ICE, 2014.

ULTRAFERIL, CPEA, **Ampliação do Terminal Marítimo Ultrafertil**, Santos(SP), 2011.

U.S. Army Corps of Engineering, **Coastal Engineering Manual**, Mississipi, 2006.

VALE; **O Projeto Valemax**; 2015; disponível em:

<http://www.vale.com/brasil/PT/initiatives/innovation/valemax/Paginas/default.aspx>. Acesso em: 16 Abril 2016