LUIS GUILHERME CAIADO SODRE

**Análise da alteração do canal de acesso ao Complexo Portuário da Baía de
Sepetiba e seus impactos operacionais e logísticos**

Versão Revisada

São Paulo

Outubro de 2020

LUIS GUILHERME CAIADO SODRE

**Análise da alteração do canal de acesso ao Complexo Portuário da Baía de
Sepetiba e seus impactos operacionais e logísticos**

**Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Mestre em Ciências**

Área de concentração:

Engenharia Naval e Oceânica

Orientador:

Professor Rui Carlos Botter, D.Sc.

São Paulo

Outubro de 2020

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na Publicação

Serviço de Biblioteca e Documentação

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Este exemplar foi revisado e alterado em relação à versão original, sob responsabilidade única do autor e com anuência de seu orientador.

São Paulo, de outubro 2020

Assinatura do autor

Assinatura do orientador

Catálogo-na-publicação

Sodré, Luis Guilherme Caiado

Análise da alteração do canal de acesso ao Complexo Portuário da Baía de Sepetiba e seus impactos operacionais e logísticos

L. G. C. Sodré – São Paulo, 2020

96 p.

Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Naval e Oceânica

1. Navios, 2. Canal de Navegação, 3. Dinâmica das Correntes, 4. Segurança da Navegação, 5. Impactos Operacionais e Logísticos.

À minha amada esposa, Cintia, e aos meus queridos filhos, Pedro e Nina, pelo apoio incondicional durante esta jornada.

Nome: SODRÉ, Luis Guilherme Caiado

Título: Análise da alteração do canal de acesso ao Complexo Portuário da Baía de Sepetiba (RJ) e seus impactos operacionais e logísticos

Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. Rui Carlos Botter

Instituição: EP - USP

Julgamento: _____

Prof. Dr. Pedro Igor Dias Lameira

Instituição: UFPA - Externo

Julgamento: _____

Prof. Dr. Felipe Ruggeri

Instituição: Argonáutica - Externo

Julgamento: _____

AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Engenharia Naval e Oceânica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo e aos profissionais da área de transportes marítimo e fluvial, planejamento portuário e logístico da mesma universidade, por oferecerem todo o suporte necessário e tornarem possível o desenvolvimento deste estudo.

Ao Professor Doutor Rui Carlos Botter, pela orientação do trabalho e pela dedicação nos momentos mais adversos.

Ao mestre em Ciências Joffre Villote e aos amigos Leonardo Soares e Fabricio Fiorotto, pela prestimosidade de sempre, pela dedicação e atenção aplicadas, independentemente dos percalços e sobrecarga decorrente de outros projetos.

À minha família: meus pais, Luiz Ricardo e Regina Helena, que sempre se empenharam ao máximo na minha formação acadêmica e como pessoa; aos meus irmãos, Luis Gustavo e Luis Henrique, companheiros de vida, aos meus filhos, Pedro e Nina, por serem motivo de inspiração, e à Cintia minha amada esposa, companheira e incentivadora em todos os momentos desta jornada.

Aos meus colegas de curso, pelo companheirismo, parceria de projetos e ajuda neste trabalho.

Aos colegas de trabalho do Porto Sudeste e colegas dos portos vizinhos, que me apoiaram e incentivaram nesta caminhada, contribuindo com ideias e soluções.

Uma experiência nunca é um fracasso, pois
sempre vem demonstrar algo.

(Thomas Edison)

RESUMO

Com a expansão da atividade de comércio exterior, intensificando a utilização de navios cada vez maiores no transporte aquaviário, aumenta a necessidade de avaliação de um canal alternativo para acesso ao Complexo Portuário da Baía de Sepetiba (RJ). Este canal alternativo poderá ser provocado no futuro, pelo rompimento de parte de um extenso e arenoso cordão na restinga da Marambaia, o qual protege a Baía de Sepetiba das ondas do Oceano Atlântico. Em face do exposto, ocorrerá mudança na dinâmica das correntes dentro da baía, com impactos sobre o canal de navegação existente. Neste contexto, esta pesquisa buscou analisar a alteração do canal de acesso ao Complexo Portuário da Baía de Sepetiba e seus impactos operacionais e logísticos, levando em consideração que, apesar do impacto ambiental ocasionado pelo possível rompimento da faixa da restinga da Marambaia, se houver um planejamento adequado, pode-se ter um aumento considerável da atividade portuária em harmonia com a comunidade do entorno. A pesquisa abordou aspectos econômicos relativos a obras necessárias para adequação do novo canal de maré *versus* obras de duplicação do canal atual, bem como a capacidade de cada alternativa estudada para atender ao crescimento da demanda de exportação do Complexo Portuário da Baía de Sepetiba.

Palavras-chave: Navios. Canal de navegação. Dinâmica das correntes. Segurança da navegação. Impactos operacionais e logísticos.

ABSTRACT

With the increase in the activity of foreign trade, intensifying the use of large ships in waterway transport, it will be necessary to evaluate an alternative access channel for the Sepetiba Bay port complex. This alternative channel may be provoked in the future by the disruption of a part of a long sandy cord in the Marambaia sand bank, which protects the Sepetiba Bay (RJ, Brazil) from the waves of the Atlantic Ocean. Considering the perspective above, there will be a consequent change in the dynamics of currents within the Sepetiba Bay and impacts on the existing navigation channel. Within this context, the present research sought to analyze the alteration of the access channel to the Sepetiba Bay port complex and its operational and logistical impacts. Despite the environmental impact caused by the possible disruption of this stretch of the Marambaia sand bank, if there is a planning, will allow a considerable increase in port activity in harmony with the surrounding community. The research will also address economic aspects related to the works needed to adequate the alternative channel versus the duplication of the current channel, as well as the capacity to meet the growing demand for exports from the Sepetiba Bay port complex.

Keywords: Ships. Navigation channel. Chain dynamics. Navigation safety, Operational and logistic impacts.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Medições com registro de apenas 19 m, em maio de 2000, no trecho mais estreito da restinga da Marambaia	20
Figura 2 - Imagem da Baía de Sepetiba.....	22
Figura 3 - Mapa de empreendimentos	22
Figura 4 - Esquemático do canal de acesso atual x canal proposto.....	23
Figura 5 - Classificação dos tipos de pesquisas.....	25
Figura 6 - Desenho esquemático em planta e em perfil de um canal de maré de cordão litorâneo e seus bancos de maré enchente e vazante	31
Figura 7 - Definição do canal balizado de mão única.....	34
Figura 8 - Canal de duas vias.....	34
Figura 9 - Privilégio do maior navio em termos de calado.....	35
Figura 10 - Correntes de verão	37
Figura 11 - Ventos para a condição de verão.....	37
Figura 12 - Evolução dos sistemas de simulação	42
Figura 13 - Canal de acesso atual e suas áreas de fundeio	44
Figura 14 - Implantação de um modelo reduzido	45
Figura 15 - Simulador de modelo numérico.....	47
Figura 16 - Porto do Açú (canal de acesso interno dragado artificialmente e seus terminais).....	49
Figura 17 - Porto de Imbetiba (Macaé, RJ) com espigões	50
Figura 18 - Quebra-mar Accropode.....	52

Figura 19 - Quebra-mar híbrido, com estrutura composta por caixões em concreto e quebra-mar em enrocamento de rochas e coroamento em <i>core-locs</i> (tetrápodes)...	52
Figura 20 - Tetrápodes no Porto de Ajaccio (Córsega, França)	53
Figura 21 - Porto do Açú com molhes de caixão de concreto armado e guias de corrente em seu interior	53
Figura 22 - Entrada do canal do Porto do Rio Grande	54
Figura 23 - Espigão curvilíneo (Dubai, Emirados Árabes).....	55
Figura 24 - Fluxograma do modelo computacional de simulação no Arena.....	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características do navio de projeto – granel sólido.....	35
Tabela 2 - Variáveis de maré a serem utilizadas para o cálculo das profundidades do canal de acesso	36
Tabela 3 - Definição de parâmetros da embarcação, ambientais e operacionais para os cálculos de dimensionamento do canal de acesso.....	39
Tabela 4 - Resultados para dimensionamento conceitual dos parâmetros verticais do canal de acesso por cenário.....	40
Tabela 5 - Resultados para dimensionamento conceitual dos parâmetros horizontais do canal de acesso por cenário.....	41
Tabela 6 - Calados máximos das áreas de fundeio	44
Tabela 7 - Principais diferenças entre modelos físico e numérico.....	48
Tabela 8 - Resultados relativos ao tempo de cada navio	60
Tabela 9 - Resultados relativos à fila formada para entrada e saída do canal	60
Tabela 10 - Análise dos dados de manobra (2018 e 2019).....	61
Tabela 11 - Relação de navios atracados no complexo portuário de Itaguaí	62
Tabela 12 - Investimento estimado para implantação da Alternativa I	69
Tabela 13 - Investimento estimado para implantação da Alternativa II	69
Tabela 14 - Modelagem financeira para a Alternativa I	71
Tabela 15 - Modelagem financeira para a Alternativa II	72
Tabela 16 - Modelo financeiro - Alternativa I	73
Tabela 17 - Modelo financeiro - Alternativa II	74

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

São abreviaturas e siglas, com seus aspectos regulatórios, que serão encontrados na dissertação, adequados a toda obra portuária no que diz respeito às suas atribuições de acordo com as principais publicações técnicas e científicas mundiais.

CDRJ	Companhia de Desenvolvimento do Rio de Janeiro
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
IMO	<i>International Maritime Organization</i> (em português, Organização Marítima Internacional)
Pianc	<i>Permanent International Association of Navigation Congress</i> (em português, Associação Internacional para Questões de Navegação)
TIG	Terminal Ilha Guaíba
VPL	Valor Presente Líquido
TIR	Taxa Interna de Retorno

LISTA DE SÍMBOLOS

w	Largura mínima para uma faixa de navegação
B	Boca do navio
L	Largura mínima para canais extensos
W_{BM}	Fator 1 (manobrabilidade básica do navio)
W_1	Fator 2
V_s	Velocidade do navio
W_2	Fator 3
V_{cw}	Velocidade de ventos transversais prevalecentes
W_3	Fator 4
V_{cc}	Velocidade de correntes transversais prevalecentes
W_4	Fator 5
$V_{ic.}$	Efeito de correntes longitudinais prevalecentes
W_5	Fator 6
H_s	Altura significativa da onda (m)
W_6	Fator 7 (auxílio à navegação)
VT_S	Gerenciamento de tráfego marítimo
W_7	Fator 8 (efeitos da superfície de fundo)
T	Calado estático
W_8	Fator 9
h	Profundidade do canal
W_9	Fator 10 (nível de periculosidade da carga)
W_{10}	Fator 11 (intensidade do tráfego)
W_{BR}	Fator 12 (distância adicional folga com margem)
h_e	Nível de imersão da margem
W_M	Faixa de manobrabilidade do navio
W_i	Margem de segurança para a manobrabilidade
CB	Coeficiente de bloco
g	aceleração da gravidade
S_2	Fator de velocidade de retorno
S_1	Fator de bloco do canal
Fr	Número de Froude
V_c	Velocidade crítica
R_f	Resistência friccional

F	Coeficiente de fricção
S	Área total de superfície molhada
V	Velocidade do navio na água
N	Indexador de acordo com a fricção da água
R _w	Resistência das ondas
I	Distância das ondas em pés
E _f	Energia cinética do navio (kNm)
F	Eficiência de absorção de energia
R _m	Máxima força de reação da defesa (em kN)
d _m	Máxima deflexão da defesa (em m)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
1.1	MOTIVAÇÃO	19
1.2	OBJETIVOS.....	24
1.3	METODOLOGIA	25
1.4	ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	26
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	27
2.1	A BAÍA DE SEPETIBA.....	27
2.2	CANAIS DE MARÉ	29
2.3	CANAIS DE UMA VIA OU DE DUAS VIAS	33
2.4	DIMENSIONAMENTO DE CANAIS DE NAVEGAÇÃO	35
2.4.1	Características do navio de projeto	35
2.4.2	Marés	36
2.4.3	Ondas.....	36
2.4.4	Correntes.....	36
2.4.5	Ventos.....	37
2.5	SIMULAÇÃO DE SISTEMAS DISCRETOS.....	42
3	ESTUDO DE CASO: CANAL DE ACESSO AO PORTO DE ITAGUAÍ	43
3.1	FERRAMENTA PARA ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA PARA CANAIS DE ACESSO	44
3.2	EXEMPLOS DE OBRAS PORTUÁRIAS	48
3.2.1	Porto do Açu	48
3.2.2	Porto de Imbetiba	49
3.2.3	Estruturas marítimas	50
3.3	MODELAGEM LOGÍSTICA DOS CANAIS COM SIMULADOR ARENA.....	56
3.3.1	Problema	56
3.3.2	Simulações e resultados.....	59
3.3.3	Validação do modelo.....	61
3.3.4	Conclusões da análise logística.....	63
3.3.5	Análise da viabilidade econômica da implantação dos canais	63
4	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	76

REFERÊNCIAS.....78

GLOSSÁRIO.....81

ANEXOS86

1 INTRODUÇÃO

A Baía de Sepetiba abriga a operação de diversos terminais portuários, dentre os quais o Porto de Itaguaí, recebendo navios de grande porte e com os mais diversos tipos de cargas. Essa intensa operação portuária convive com outras atividades, principalmente pesqueira e turística.

Não raro, questões ambientais são levantadas pelos diversos setores da sociedade, associando os impactos ambientais aos atores que coexistem nesta região. Em função das características físicas e do porte de uma instalação portuária, é fácil compreender que a maior pressão pela preservação do meio ambiente seja direcionada para esta atividade, sendo importante considerar que as demais também contribuem para a preservação ou degradação do meio ambiente.

Uma variável incontroversa é que o comércio exterior do Brasil irá crescer ao longo dos próximos anos. Consequentemente, a Baía de Sepetiba, em função de suas águas abrigadas e grandes profundidades, será uma escolha óbvia para esse desenvolvimento.

Frente a isso, todos os terminais portuários ali alocados estudam alternativas para a otimização do calado operacional dos navios, redução do tempo de manobras, otimização do emprego de rebocadores, modificação da sinalização náutica para aumento da segurança da navegação, emprego de tecnologias de medição em tempo real de variáveis como intensidade e direção de correntes e vento, variação de marés, período, frequência, amplitude e direção das ondas, dentre outros fatores que auxiliam a navegação de navios de grande porte com segurança.

Em outra via, baseando-se em legislação específica, a autoridade portuária tem como um de seus principais objetivos o controle do tráfego marítimo e a manutenção do canal de acesso. Contudo, uma variável pouco estudada é a possível alteração na dinâmica das águas no interior da Baía de Sepetiba que possa vir a gerar uma modificação substancial no canal de acesso aos terminais portuários.

Essa possibilidade foi recentemente estudada por Pinheiro (2015), a partir de um canal de maré que seria formado pela ruptura da restinga em função elevação do nível do mar. Conforme a autora, a ruptura ocorreria na região mais estreita da restinga,

que, à época em que este estudo foi realizado, tinha aproximadamente 19 m de largura. Após esse fenômeno, de acordo com seu estudo, o canal de maré atingiria as dimensões de 10 m de profundidade e aproximadamente 1 km de largura. Assumindo essa teoria como verdade e extrapolando uma provável geometria para esse canal de maré, foram estudados os aspectos técnico-operacionais e logísticos para justificar sua utilização ou não como uma alternativa vantajosa para todos os atores que convivem diariamente na Baía de Sepetiba.

1.1 MOTIVAÇÃO

A restinga da Marambaia localiza-se nos municípios do Rio de Janeiro, Itaguaí e Mangaratiba, na longitude 44° W e na latitude 23° S. Consiste em um extenso e estreito cordão arenoso que protege a Baía de Sepetiba das ondas do Oceano Atlântico. Trata-se de uma restinga com pouco mais de 40 quilômetros, com dunas, mata atlântica, mangues, lagoas e morros, sendo um deles com 640 m de altura, localizado na sua extremidade sul, conhecida como Ilha da Marambaia. As menores profundidades e baixas declividades estão no setor leste. Na porção central existe uma depressão alongada que alcança 8 m de profundidade.

Um dos aspectos mais marcantes da restinga da Marambaia é a sua forma, longa e com trechos bastante estreitos. Ao longo da restinga, encontra-se uma fina faixa de areia que separa o mar aberto da Baía de Sepetiba com apenas 19 m de largura (Figura 1). Por conta disso, existe uma preocupação, tanto por parte do setor industrial como da população local, com uma tendência de rompimento da faixa de areia e a consequente mudança na dinâmica das correntes dentro da Baía de Sepetiba.

Figura 1 - Medições com registro de apenas 19 m, em maio de 2000, no trecho mais estreito da restinga da Marambaia

Fonte: Roncarati e Menezes (2005).

Como alguns trechos da restinga da Marambaia são realmente muito estreitos, durante as marés altas, a água do oceano costuma atravessar por completo o cordão de areia, juntando-se às da Baía de Sepetiba. O impacto das ondas provoca erosão na restinga e a transferência de sedimentos da parte central para suas extremidades.

Para Roncarati e Menezes (2005), fica evidente a tendência de rompimento da faixa de areia e a consequente mudança na dinâmica das correntes dentro da Baía com o passar do tempo, com prejuízos às frágeis áreas de manguezais em Sepetiba. Por isso, a manutenção de espécies vegetais sobre a areia pode contribuir para retardar o processo erosivo.

Por todos esses motivos, a presença de moradores ou visitantes, por mais que sejam poucos, ainda preocupa os pesquisadores, principalmente porque na região da Ilha da Marambaia vivem comunidades quilombolas. Conforme dados de 2005 da Fundação Cultural Palmares, as 156 famílias da Marambaia tinham a posse de suas terras, mas a situação fundiária não estava totalmente regularizada. Por enquanto, a Marinha, que controla a região, dá apoio aos moradores, com a oferta de transporte e escolas, mas proíbe a construção de novas edificações na ilha (apud FANZERES, 2005). “É uma questão conflituosa e tememos porque não sabemos se essas pessoas vão poder vender suas casas no futuro para terceiros, o que poderia estimular a especulação imobiliária na Marambaia” (MENEZES, 2005, acesso em 25 out. 2019).

Menezes (2005) revela que existe uma clara preocupação dos militares em manter a área preservada, tanto que alguns exercícios realizados pela corporação no local há anos deixaram de utilizar munição. No entanto, apesar da presença da Marinha, do Exército e da Aeronáutica impedindo a retirada ilegal de areia, a ocupação e a especulação imobiliária na Marambaia, as instalações militares causam algum impacto à área, ainda que pequeno, destaca o autor. “Temos que conciliar a presença dos militares com a criação de uma unidade de conservação no local. Esse deve ser o nosso próximo passo. Não sabemos o que eles acham disso, mas entendemos que é uma necessidade” (MENEZES, 2005, acesso em 25 out. 2019).

A Baía de Sepetiba é conhecida como uma região que possui uma taxa de assoreamento reduzida, quando comparada a outras regiões onde estão inseridos os portos nacionais organizados. Pinheiro (2015) destaca que estudos realizados pela Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Rio de Janeiro em 2012 verificaram uma taxa de sedimentação abaixo de 1,0 cm/ano.

Entretanto, recentemente, conforme pontuado pela mesma autora, nota-se a ocorrência de assoreamento ao longo do canal de navegação e das bacias de manobras do Porto de Itaguaí com taxa superior, sinalizando tendência ao aumento da abertura do novo canal de maré. Novos empreendimentos, como a construção do terminal da Ternium S. A. (ex-Thyssenkrupp) e do Porto Sudeste do Brasil (PSB), além do aumento de vazão líquida dos rios que desembocam dentro da baía, possivelmente, promoveram modificação na hidrodinâmica e transporte de sedimentos na região (PINHEIRO, 2015).

A Baía de Sepetiba está localizada na Região sudeste do Brasil, conectada às principais rodovias e ferrovias do país, movimentando minério de ferro, carvão mineral, produtos siderúrgicos, carga geral e contêineres, além de abrigar a Base de Submarinos Nuclear da Marinha do Brasil. Atualmente, a região possui um canal de acesso com águas profundas sendo protegido pela restinga da Marambaia, demonstrado na Figura 2.

Figura 2 - Imagem da Baía de Sepetiba

Fonte: Google Maps (2017).

Constitui-se em área de grande interesse econômico por abrigar um dos mais importantes polos industriais da América Latina e concentrar intensa atividade portuária, conforme pode ser visualizado na Figura 3.

Figura 3 - Mapa de empreendimentos

Fonte: Instituto Políticas Alternativas para o Cone Sul (2015).

Na região, está presente o Porto de Itaguaí (antigo Porto de Sepetiba), composto pela Companhia Portuária da Baía de Sepetiba (pertencente à Vale), Tecar e Sepetiba Tecon (pertencentes à Companhia Siderúrgica Nacional). Há, ainda, os vizinhos Terminal Ilha Guaíba (TIG), também da Vale, Ternium S.A. e o PSB. O TIG possui um

canal privativo de navegação, que também serve às demais embarcações que acessam os terminais internos da baía. A atividade pesqueira também se mostra um importante suporte econômico e social para a região.

A atuação do autor no setor portuário permite constatar a existência de estudos para ampliação dos terminais de minério de ferro e do terminal de contêineres, além da possibilidade de receber outros tipos de carga como graneis vegetais e graneis líquidos. O incremento do volume e do tamanho dos navios-tipo obrigará a Companhia Docas do Rio de Janeiro, responsável pela operação e manutenção do canal de acesso ao Porto de Itaguaí, a avaliar sua capacidade, dado que hoje se trata de um canal monovia e ainda utiliza o canal privativo da Vale para entrada e saída de embarcações de grande porte.

Caso um novo regime de marés venha a ocorrer na Baía de Sepetiba, toda a atividade econômica sofrerá consequências, mas não só, visto que haverá impactos socioambientais e mudanças nos aspectos regulatórios.

O canal atual e o canal proposto neste estudo estão mostrados na Figura 4.

Figura 4 - Esquemático do canal de acesso atual x canal proposto

Fonte: elaboração do autor (2018) com base em carta náutica de 1623.

Uma possível ruptura da restinga da Marambaia provocará alterações:

- a) na dinâmica sedimentar;
- b) nos padrões de circulação na Baía de Sepetiba;
- c) no grau de agitação das águas (causado pela incidência das ondas);

d) nos parâmetros físico-químicos da água.

Pinheiro (2015) analisou a evolução morfológica de uma ruptura na restinga da Marambaia e as consequências hidrodinâmicas na Baía de Sepetiba por meio de modelagem computacional, estabelecendo análises sobre as variações de profundidade nos dois canais de maré selecionados durante o período de simulação e sobre a evolução dos valores de velocidade e tensão no fundo dos canais, bem como a tendência de erosão ou assoreamento encontrada, a fim de estimar o valor de área da seção transversal de equilíbrio.

Além disso, a autora verificou as diferenças de nível entre as duas margens da restinga da Marambaia, geradas pelas diferenças de fase e amplitude da maré entre a Baía de Sepetiba e o mar, comparou a vazão na seção dos canais hipotéticos na restinga da Marambaia com a vazão nos dois principais canais de comunicação existentes entre a Baía de Sepetiba e o mar, localizados ao sul e ao norte da Ilha Jaguanum, estudando as alterações hidrodinâmicas na Baía de Sepetiba como consequência da abertura da restinga da Marambaia (PINHEIRO, 2015).

Uma vez que o estudo mencionado focou-se exclusivamente na hidrodinâmica da Baía de Sepetiba, assumindo a hipótese da ruptura da restinga da Marambaia, a presente pesquisa buscou acrescentar aspectos referentes a navegação, manutenção da estabilidade e questões logísticas do novo canal. Com base no crescimento projetado do mercado e assumindo a premissa da existência do novo canal, a pesquisa discute ações que deverão ser adotadas para estabilizar o sistema, garantindo a manutenção da atividade econômica, mitigando os impactos socioambientais, a fim de permitir a navegação de embarcações maiores em seu interior, dado que sua utilização é uma tendência irreversível.

1.2 OBJETIVOS

Esta pesquisa teve como objetivo geral analisar as alterações logísticas oriundas da formação do canal de maré decorrente da ruptura da restinga da Marambaia. Nessa perspectiva, derivam-se objetivos específicos cuja consecução ocorreu na ordem apresentada a seguir:

a) verificar a capacidade de atendimento do volume futuro com o canal atual;

- b) simular a capacidade de atendimento de um possível novo canal com base no volume futuro;
- c) destacar exemplos de obras portuárias necessárias à estabilização do canal de maré;
- d) comparar a viabilidade econômico-financeira da duplicação do canal atual e da estabilização do canal de maré.

1.3 METODOLOGIA

De acordo com Jung (2009), as possíveis classificações para a pesquisa científica se encontram na Figura 5.

Figura 5 - Classificação dos tipos de pesquisas

Fonte: Jung (2009).

Com base nisso, passa-se a apresentar a caracterização desta pesquisa.

- a) Quanto à natureza, a presente pesquisa pode ser caracterizada como básica, com a finalidade de entender a dinâmica dos processos e ou fenômenos

naturais, objetivando a divulgação do conhecimento;

- b) quanto aos objetivos, consiste de pesquisa exploratória, pois sua finalidade foi a descoberta de práticas ou diretrizes que podem ser modificadas, voltando-se à obtenção de alternativas ao conhecimento científico existente, ou seja, a coleta de dados e informações sobre um fenômeno de interesse, sem grande teorização sobre o assunto, inspirando ou sugerindo uma explicação;
- c) quanto à abordagem, o estudo se classifica como qualitativo, com modelos formulados a partir de descrições intuitivas do pesquisador ou indivíduo pesquisado, objetivando a representação dos objetos ou indivíduos – os quais, em modelo qualitativo, são passíveis de sofrer interferência positiva ou negativa dos valores do próprio pesquisador – e as relações associadas para a formulação de um modelo interativo;
- d) quanto aos procedimentos, será realizado um estudo de casos múltiplos, tendo a observação como método para coleta de dados.

1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O Capítulo 2 apresenta a revisão de literatura, a qual traz uma breve contextualização do canal de acesso atual, sua localização, áreas de fundeio e prioridade de navegação e, ainda, o canal de maré, que foi objeto do estudo de Pinheiro (2015). Na sequência, serão estudados os tipos de canal (de 1 via e de 2 vias), a metodologia de dimensionamento do canal do Porto de Itaguaí e, por fim, métodos de simulação de sistemas discretos. A revisão permitiu o dimensionamento correto do canal de acesso, dos navios-tipo que navegarão no canal simulado, das obras necessárias à construção e à manutenção do canal, além de técnicas de simulação para dimensionar sua capacidade de uso.

O Capítulo 3 descreve o estudo de caso do canal de acesso ao Porto de Itaguaí, com ferramentas para análise de viabilidade técnica para canais de acesso, exemplos de obras portuárias, modelagem logística dos canais com o simulador Arena, bem como a análise da viabilidade econômica da implantação do canal de maré.

Por fim, no Capítulo 4, são destacadas as conclusões e sugestões de estudos futuros.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Nesta etapa, a busca por publicações correlatas ao tema de pesquisa abrangeu características técnicas de navegação, com seus termos e definições, aspectos regulatórios, características hidrossedimentológicas da Baía de Sepetiba, informações inerentes aos terminais portuários que operam na região, bem como suas perspectivas de crescimento futuro, além de aspectos técnicos de obras portuárias que podem permitir a manutenção e economicidade do novo canal.

2.1 A BAÍA DE SEPETIBA

A Baía de Sepetiba está localizada no litoral sul do estado do Rio de Janeiro, na Região Sudeste do Brasil, entre as latitudes 22° 53' e 23° 05' S e longitudes 44° 01' e 43° 33' W, com área de aproximadamente 500 km² (CARELLI et al., 2011). Caracteriza-se por ser uma laguna costeira semifechada, com profundidade média de 6 m, conectada ao mar na porção leste por um canal raso e estreito, o qual possui baixo fluxo de água, que atravessa uma extensa floresta de mangue. Já na porção oeste, um canal natural entre as ilhas de Jaguanum e Itacuruçá, com profundidade de 30 m, mantém a troca com o mar de maneira regular (BARCELLOS apud SILVA FILHO; MAGRINI, 2017).

A parte norte da baía é caracterizada por pequenas praias e estuários, separadas por pontas rochosas, com cerca de 40 km² de vegetação costeira de manguezais. A restinga da Marambaia, com comprimento de 40 km, é uma barragem de areia que funciona como abrigo natural ao ataque de ondas. A ligação com o Oceano Atlântico é feita através de passagens e canais existentes entre o continente e as ilhas de Itacuruçá, Jaguanum e Pombeba. Na altura de Barra de Guaratiba, a baía é ligada ao mar por um canal.

O padrão de circulação da baía é determinado pela amplitude de maré, morfologia costeira, batimetria, ventos e aporte de água doce, sendo o regime de maré semidiurno. Correntes mais intensas são formadas no canal central de maior batimetria. Por outro lado, nas porções mais internas, nas quais as profundidades são menores, há uma perda progressiva da circulação, o que auxilia nos processos de

mistura entre as águas oceânicas e interiores (FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE, 2006).

A bacia de drenagem correspondente à Baía de Sepetiba é a Região Hidrográfica Guandu (RH - II), a qual possui uma área de 2.654 km² e apresenta dois conjuntos de geomorfologia distintos: serrano, representado por montanhas, escarpas e maciços costeiros, e de baixada, contendo uma extensa planície flúvio-marinha (CARELLI et al., 2011).

A baía se estende por 15 municípios do estado do Rio de Janeiro. Em oito destes (Rio Claro, Miguel Pereira, Mendes, Piraí, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro, Vassouras e Barra do Piraí), sua abrangência se dá de modo parcial, abrangendo totalmente os demais (Engenheiro Paulo de Frontin, Itaguaí, Japeri, Mangaratiba, Paracambi, Queimados e Seropédica) (FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE, 2006).

O desenvolvimento econômico da região teve início logo após a colonização portuguesa, intensificando-se em meados do século XX, com o estabelecimento de indústrias pesadas e altamente poluentes, dentre as quais se destaca a Companhia Ingá Mercantil (BASTOS; BASSANI, 2012). Nos anos 2000, existiam ali mais de 100 fábricas instaladas, constituindo um dos maiores complexos industriais do estado do Rio de Janeiro (CUNHA et al., 2006).

O viés econômico da região foi o principal fator que impulsionou seu crescimento demográfico, para qual se estima uma população atual de aproximadamente dois milhões de habitantes, que vem crescendo a uma taxa acima das estimadas, principalmente nos municípios diretamente impactados pelo desenvolvimento econômico-industrial (Itaguaí, Mangaratiba e Seropédica), demandando, também, investimentos em infraestrutura e saneamento básico (SILVA FILHO; MAGRINI, 2017).

Além disso, a região é importante dos pontos de vista econômico e estratégico, pois nela está inserida infraestrutura de logística, como o Porto de Itaguaí, a Rodovia Presidente Dutra, a malha ferroviária MRS (que liga São Paulo e Minas Gerais aos Portos de Itaguaí e do Rio) e o Arco Metropolitano, o que favorece a chegada de novas indústrias e centros de distribuição.

Com o crescimento demográfico da cidade do Rio de Janeiro, espera-se que o complexo portuário de Itaguaí e terminais vizinhos sejam impulsionadores da atividade portuária do Estado. Isso já pode ser observado com a expansão de polos industriais adjacentes, como o polo de Queimados; a região industrializada do Sul Fluminense, que compreende os municípios de Volta Redonda, Resende, Porto Real e Itatiaia, os quais utilizam a infraestrutura portuária da Baía de Sepetiba; o município de Santa Cruz, que abriga a siderúrgica Ternium S. A., e os novos empreendimentos portuários de minério de ferro, que, somados aos existentes, transformaram a região no segundo maior complexo exportador de minério do Brasil.

2.2 CANAIS DE MARÉ

Canais de maré recebem essa denominação pois são governados pela maré, ligando ambientes como lagunas, baías e estuários ao mar. Em função da ruptura, em seu interior geralmente se desenvolvem processos hidráulicos e sedimentológicos bastante complexos. Tais canais podem gerar muitos benefícios, como acesso à navegação e renovação das águas interiores da baía.

Entretanto, a presença de canais de maré em uma região costeira traz o inconveniente de aprisionar considerável quantidade de sedimentos, possibilitando o aparecimento de efeitos indesejados, como erosão das praias adjacentes, principalmente quando construídos artificialmente. Além disso, pelo acúmulo de sedimentos, é comum que esses canais fiquem obstruídos, podendo, inclusive, fechar por completo.

Em geral, regiões costeiras em torno de canais de maré são densamente povoadas, devido aos múltiplos usos que o homem faz desses ambientes. No Brasil, os maiores portos públicos estão instalados no interior de estuários. No Rio de Janeiro, grande parte da população vive ao redor de lagunas. Isso significa que medidas como garantir a estabilidade de áreas urbanizadas adjacentes aos canais de maré, preservar a qualidade da água nas bacias interiores e manter o canal de navegação são de grande valor para a sociedade.

A troca de massas d'água entre bacias interiores e o mar durante o ciclo de maré tem grande relevância ambiental, pois promove o escoamento de sedimentos e poluentes

das lagunas ou baías. Além disso, a manutenção dos canais de navegação é importante para atividades como pesca e recreação.

Conforme Pinheiro (2015), tendo em vista estes fatores, diversas pesquisas no último século tiveram como objetivo entender a dinâmica de canais de maré, tanto no que se refere à sua origem, migração e fechamento, como nos processos responsáveis por manter o canal aberto. Outras áreas de interesse são o estudo da formação de canais de maré por ruptura de cordão litorâneo e as consequências da elevação do nível do mar em regiões de embocaduras de maré.

Os trabalhos mais recentes utilizam modelagem computacional como ferramenta de estudo de evolução morfológica. Os modelos podem ser vistos como uma espécie de “laboratório numérico”, nos quais se pode separar os processos envolvidos, trazendo grande avanço no entendimento dos efeitos de cada variável presente no problema. Com o objetivo de contextualizar a presente pesquisa, expõe-se nesta revisão bibliográfica importantes trabalhos que tratam alguns desses assuntos.

Canais de maré geralmente apresentam correntes com altas velocidades, geradas pela diferença de nível d’água entre a bacia interior e o mar. Em função disso, a troca de sedimentos entre esses dois ambientes é bastante significativa. Entretanto, quando o fluxo deixa o canal e alcança a bacia ou o mar, a corrente diverge, fazendo com que a velocidade diminua e os sedimentos sejam depositados no canal. Esse fenômeno produz extensos depósitos de sedimentos em ambas as extremidades do canal. Tais depósitos são chamados de banco de maré vazante (localizado na extremidade do canal voltada para o mar) e banco de maré enchente (localizado na extremidade do canal voltada para a bacia interior) (PINHEIRO, 2015).

De acordo com Fitzgerald, Buynevich e Hein (2012), os bancos de maré enchente são comumente construídos ou aumentam suas dimensões durante eventos de tempestade. Suas características morfológicas são, em geral, função da amplitude de maré, prisma de maré e espaço disponível para acomodação. Já em relação ao banco de maré vazante, seu volume e morfologia são, sobretudo, produto do prisma de maré, declividade da costa adjacente, além da interação entre onda e corrente.

A Figura 6 mostra o esquema de um sistema de canal de maré de cordão litorâneo com bancos de maré enchente e vazante típicos. A garganta do canal, também

chamada de seção transversal crítica, é a área da menor seção transversal, que, em geral, coincide com a região mais estreita e profunda, na qual se observam as maiores velocidades.

Os bancos de maré enchente comumente exibem formato de ferradura. São mais bem desenvolvidos em regiões com amplitude de maré moderada a grande. Já os bancos de maré vazante possuem forma de delta e se diferenciam dos bancos de maré enchente principalmente por estarem sujeitos à ação das ondas, as quais modificam sua geometria.

Figura 6 - Desenho esquemático em planta e em perfil de um canal de maré de cordão litorâneo e seus bancos de maré enchente e vazante

Fonte: adaptado de Fitzgerald, Buynevich e Hein (2012).

De acordo com trabalhos que se tornaram clássicos da literatura (LE CONTE; HARTS, 1905; O'BRIEN, 1931; ESCOFFIER, 1940; BRUUN; GERRITSEN, 1960; JARRET, 1976; KRAUS, 1998), sabe-se que um canal de maré é considerado estável quando as correntes de enchente e vazante são capazes de expelir os sedimentos depositados em seu interior, fazendo com que o canal permaneça aberto e suas dimensões não sofram alterações significativas ao longo dos anos, ou seja, que não exista depósito líquido de sedimentos no canal.

Por meio de observações de campo, os pesquisadores mencionados perceberam que a área da seção transversal de um canal de maré está em equilíbrio com as variáveis hidrodinâmicas ambientais da região. Ou seja, mudanças na seção transversal do canal ocorrem como resposta às variações nas forças hidrodinâmicas. Assim, o estudo da estabilidade de canais de maré envolve o conhecimento dos agentes

estabilizadores, que mantêm o canal aberto, e desestabilizadores, que provocam seu fechamento.

Dentre os elementos que interferem na estabilidade dos canais de maré, destacam-se: marés astronômicas, marés meteorológicas, clima de ondas, descarga fluvial, características morfológicas do corpo d'água interior e da praia adjacente, bem como transporte de sedimentos litorâneo, fluvial e eólico (PINHEIRO, 2015).

O principal agente externo capaz de gerar correntes no canal é a maré e o que traz sedimentos para o canal é o transporte litorâneo, devido à ação das ondas. Se a capacidade de transporte do canal for maior que o aporte de sedimentos, o canal tenderá a alargar e erodir. Por outro lado, se o aporte de sedimentos for maior que a capacidade das correntes em transportar esses sedimentos, o canal irá assorear e, eventualmente, fechar. Se houver o equilíbrio entre esses agentes, o canal se mantém estável. Desse modo, trata-se, essencialmente, de trazer sedimento para o canal e ter ou não competência para transportá-lo (PINHEIRO, 2015).

Assim, conforme Pinheiro (2015), pode-se dizer que, de um modo geral, as marés são responsáveis por manter um canal de maré aberto e as ondas, por fechá-lo. Logo, locais com macromaré, maré semidiurna e ondas deslizantes apresentam maiores condições para um canal de maré estável, enquanto regiões de micromaré, marés diurnas e clima de ondas agressivo apresentam condições para instabilidade de embocaduras de maré.

Pinheiro (2015) alerta para o fato de que, durante um evento de tempestade, as ondas podem fechar um canal de maré em poucos dias ou até mesmo em algumas horas. Por outro lado, a ação das marés tem a capacidade de transportar os sedimentos depositados dentro dos canais, impedindo um possível assoreamento.

Entretanto, estes não são, de acordo com a autora, os únicos fatores envolvidos na estabilidade dos canais, de forma que é possível um canal governado por marés diurnas com alturas de marés muito pequenas (durante a quadratura) manter-se aberto. Isso acontece quando o canal apresenta grande seção transversal e grande capacidade de armazenamento, de modo que possa resistir e se recuperar de deposições de sedimentos induzidas por tempestades durante as marés mortas (PINHEIRO, 2015).

Em relação aos demais elementos relevantes para a estabilidade de canais de maré, a autora ressalta que a descarga fluvial é importante, pois provoca alterações nas correntes de maré de enchente e vazante dentro do canal, além de contribuir com o aporte mais importante de sedimentos. As características morfológicas, tanto da praia como das lagunas adjacentes, conforme seu estudo, também interferem na circulação dentro da embocadura de maré, possibilitando a formação de bancos em suas extremidades, os bancos de maré vazante e enchente descritos. Além disso, o balanço de sedimentos advindos da descarga fluvial, do litoral e do transporte eólico constitui o elemento modificador da morfologia do canal (PINHEIRO, 2015).

2.3 CANAIS DE UMA VIA OU DE DUAS VIAS

No projeto do canal, o primeiro elemento a ser definido será o ou os navios-tipo e o número de navios operando simultaneamente. Essa informação parece óbvia, mas trará consequências durante toda a existência do empreendimento portuário e das embarcações que atracarão em seu porto ou complexo portuário.

Conceitos de largura de canais foram expostos por Mota, Pereira e Botter (2013), que avaliaram políticas inovadoras de operação de navios, utilizando indicadores como o número de navios e outros parâmetros operacionais explicados pela *Permanent International Association of Navigation Congress* (PIANC, 2014), a partir de modelo de simulação em eventos discretos e o Porto de Santos (SP) como estudo de caso.

O tema também foi tratado por Meisel e Fagerholt (2019), que se utilizaram de modelos matemáticos de otimização de variáveis de tráfego de embarcações navegando nas duas vias do canal de Kiel, Alemanha, que conecta o Mar do Norte com o Mar Báltico. Os autores concluíram soluções de ótima qualidade para as variáveis que utilizaram no modelo matemático por eles proposto.

A norma PIANC (2014) considera alguns fatores associados às medições de largura das seções retas de um canal, os quais devem ser levados em consideração durante os projetos conceitual e detalhado de um canal de acesso, conforme mostra a Figura 7.

Quando o navio é o único ocupante de um canal, logicamente, ocupará o *talweg* (área de maior profundidade) do canal durante sua trajetória, ao longo da qual nenhuma

Figura 9 - Privilégio do maior navio em termos de calado

Fonte: Siebols e Wright (1959).

2.4 DIMENSIONAMENTO DE CANAIS DE NAVEGAÇÃO

Para o uso correto de um canal de duas vias, podem ser estabelecidos privilégios aos navios que o naveguem com maior grau de compromisso, conforme a norma Pianc (2014), segundo a qual existem alguns fatores associados às folgas de largura das seções retas de um canal, os quais devem ser levados em consideração durante os projetos conceitual e detalhado de um canal de acesso.

2.4.1 Características do navio de projeto

Como exemplo de dimensionamento, podem ser observadas as características do canal de acesso de navios do Complexo Portuário do Porto de Itaguaí em estudo do PSB realizado em 2015, ao qual o autor teve acesso em função de sua atuação profissional no PSB. Conforme a Pianc (2014) e a ROM 3.1-99, um canal de uma ou duas vias seria calculado com o navio-tipo (Tabela 1) e as condições de maré (Tabela 2).

Tabela 1 - Características do navio de projeto – granel sólido

Parâmetro	Medida
LOA (comprimento total da embarcação)	300,00
LPP (comprimento entre longitudinais)	295,00
B (largura total da embarcação ou boca)	50,00
H (calado estático da embarcação)	18,00
Cb (coeficiente de bloco)	0,90

Fonte: estudo do PSB (2015).

2.4.2 Marés

Marés são as alterações cíclicas do nível das águas do mar, causadas pelos efeitos combinados da rotação da Terra com as forças gravitacionais exercidas pela lua, pelo sol e por outros astros (esses últimos, com menor intensidade, em função da distância) sobre o campo gravítico da Terra. Os efeitos das marés traduzem-se em subidas e descidas periódicas do nível das águas, cuja amplitude e periodicidade são influenciadas por fatores locais.

Tabela 2 - Variáveis de maré a serem utilizadas para o cálculo das profundidades do canal de acesso

Mínima	Máxima	Verão 18	Outono 18	Inverno 18	Primavera 18
(-0,5)	- (-0,25)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
(-0,25)	- 0	80,0%	30,0%	80,0%	30,0%
0	- 0,25	3,5%	6,0%	3,1%	4,7%
0,25	- 0,5	12,2%	14,0%	12,0%	17,3%
0,5	- 0,75	21,6%	19,6%	20,5%	22,3%
0,75	- 1	21,4%	21,3%	22,4%	17,9%
1	- 1,25	18,6%	18,0%	18,9%	15,7%
1,25	- 1,5	11,8%	11,6%	12,7%	9,5%
1,5	- 1,75	7,0%	6,4%	7,4%	9,5%
1,75	- 2	2,9%	2,7%	1,8%	2,7%
2	- 2,25	0,2%	10,0%	30,0%	0,0%
2,25	- 2,5	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Mínimo		-0,19	-0,13	-0,29	-0,21
Média		0,92	0,89	0,92	0,88
Máximo		2,07	2,08	2,12	1,99
Amplitude		2,26	2,21	2,40	2,19

Fonte: estudo do PSB (2015).

2.4.3 Ondas

Ondas serão consideradas somente no canal externo, com alturas de até 3 m. Para cálculo da influência de ondas no dimensionamento das profundidades do canal, foi utilizada a referência ROM 3.1-99.

2.4.4 Correntes

Correntes de verão para o meio da coluna d'água na região de acesso ao canal do PSB indicam velocidades acima de 1 nó para uma direção que seria de través à navegação. Para correntes longitudinais, a velocidade pode ser considerada menor

que 1,5 nó. Pode-se assumir que essas velocidades também poderão ser encontradas na região do canal externo (Figura 10).

Figura 10 - Correntes de verão

Fonte: estudo do PSB (2015).

2.4.5 Ventos

Ventos oeste-leste para a condição de verão no píer do PSB indicam velocidade moderada de até 30 nós (Figura 11).

Figura 11 - Ventos para a condição de verão

Fonte: estudo do PSB (2015).

As tabelas a seguir apresentam dados relativos ao dimensionamento dos canais de 1 e 2 vias. Na Tabela 3, são apresentados os parâmetros da embarcação, ambientais e operacionais. A Tabela 4 e a Tabela 5 trazem, respectivamente, o dimensionamento dos parâmetros verticais (profundidade) e horizontais (largura) para ambos os canais.

Tabela 3 - Definição de parâmetros da embarcação, ambientais e operacionais para os cálculos de dimensionamento do canal de acesso

Parâmetro	Canal 1 via		Canal 2 vias		Unidade
	Externo	Interno	Externo	Interno	
LOA (comprimento total da embarcação)	300,00	300,00	300,00	300,00	m
LPP (comprimento entre longitudinais)	295,00	295,00	295,00	295,00	m
B (largura total da embarcação ou boca)	50,00	50,00	50,00	50,00	m
H (calado estático da embarcação)	18,00	18,00	18,00	18,00	m
Cb (coeficiente de bloco)	0,90	0,90	0,90	0,90	taxa
T (deslocamento)	210.000,00	210.000,00	210.000,00	210.000,00	ton
V (velocidade de aproximação)	Moderada > 9 - 12	Baixa 5 – 8	Moderada > 9 - 12	Baixa 5 - 8	nós
AI (ângulo de leme a ser utilizado)	20,00	20,00	20,00	20,00	graus
O canal é desprotegido ou abrigado?	Desprotegido	Abrigado	Desprotegido	Abrigado	Parâmetro
Qual o tipo de fundo?	Liso e granular	Liso e granular	Liso e granular	Liso e granular	Parâmetro
Número de vias do canal	Simplex	Simplex	Dupla	Dupla	Parâmetro
Nível de periculosidade da carga	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Parâmetro
Capacidade de manobra do navio	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada	Parâmetro
Características do auxílio à navegação	Bom	Bom	Bom	Bom	Parâmetro
Taxa de cruzamento com outras embarcações	-	-	Moderada 1 - 3 navio/hora	Moderada 1 - 3 navio/hora	Parâmetro
Características das margens	Inclinadas e granular	Inclinadas e granular	Inclinadas e granular	Inclinadas e granular	Parâmetro
Intensidade de vento pelo través	Moderado > 15 - 30	Moderado > 15 - 30	Moderado > 15 - 30	Moderado > 15 - 30	Nós
Intensidade de correntes pelo través	Forte > 3	Forte > 3	Forte > 3	Forte > 3	Nós
Intensidade de correntes longitudinais	Baixa < 1.5	Baixa < 1.5	Baixa < 1.5	Baixa < 1.5	nós
Altura e comprimento de onda	$3 > H_s > 1$ e $L = L_s$	-	$3 > H_s > 1$ e $L = L_s$	-	Parâmetro
Salinidade do local	Água salgada	Água salgada	Água salgada	Água salgada	Parâmetro

Fonte: estudo do PSB (2015).

Tabela 4 - Resultados para dimensionamento conceitual dos parâmetros verticais do canal de acesso por cenário

PARÂMETRO		Canal 1 via		Canal 2 vias	
		Externo	Interno	Externo	Interno
Variações de nível	Ondas largas e efeitos ressonantes	-	-	-	-
	Maré meteorológica	-	-	-	-
	Incerteza da maré	0,05	0,05	0,05	0,05
	Calado estático da embarcação	18,00	18,00	18,00	18,00
Variações de coluna d'água	Efeito <i>squat</i>	0,79	-	0,79	-
	Efeitos de onda	0,39	0,39	0,39	0,39
	Efeito da densidade da água	-	-	-	-
	Folga líquida abaixo da quilha	1,00	1,00	1,00	1,00
Variações de fundo	Precisão dos levantamentos (m)	0,05	0,05	0,05	0,05
	Assoreamento entre dragagens (m)	-	-	-	-
	Tolerância de dragagem (m)	-	-	-	-
	Total	20,28	19,49	20,28	19,49
	Adotado	20,50	19,50	20,50	19,50
	Razão profundidade calado	1,14	1,08	1,14	1,08

Fonte: estudo do PSB (2015).

Tabela 5 - Resultados para dimensionamento conceitual dos parâmetros horizontais do canal de acesso por cenário

Parâmetro	Canal 1 via		Canal 2 vias	
	Externo	Interno	Externo	Interno
Wi	Velocidade do navio	-	-	-
	Vento transversal	0,40	0,50	0,50
	Corrente transversal	1,00	-	-
	Corrente longitudinal	-	-	-
	Altura de onda	1,00	1,00	-
	Auxílios à navegação	0,10	0,10	0,10
	Tipo de fundo	0,10	0,10	0,10
	Profundidade do canal	0,20	0,20	0,40
	Periculosidade da carga	-	-	-
Wbm	Faixa de manobras	1,50	1,50	1,50
Wp	Velocidade do navio	-	1,60	1,00
	Densidade de cruzamentos	-	-	-
Wbr	Característica da margem	0,50	0,50	0,30
Rc	Raio de curvatura	6*LOA	6*LOA	6*LOA
Wa	Sobrelargura trechos curvos	$(LOA^2/4,5*Rc)+0,4B$	$(LOA^2/4,5*Rc)+0,4B$	$(LOA^2/4,5*Rc)+0,4B$
TOTAL	Total	5,30	11,20	6,80
	Largura - trechos retilíneos	265,00	560,00	340,00
	Raio de curvatura	1.800,00	1.800,00	1.800,00
	Sobrelargura trechos curvos	31,11	62,22	62,22

Fonte: estudo do PSB (2015).

2.5 SIMULAÇÃO DE SISTEMAS DISCRETOS

Segundo Prado (1999), os primeiros modelos de simulação surgiram na década de 1960 e vêm evoluindo desde então. Atualmente, muito em função do avanço tecnológico no campo da informática, passaram a ser chamados de simulação computacional. A evolução desses sistemas pode ser visualizada conforme demonstrado na Figura 12.

Figura 12 - Evolução dos sistemas de simulação

Fonte: Chwif e Medina (2014).

Modelos de simulação, basicamente, buscam retratar processos ao longo de um período de tempo, utilizando as mais diversas variáveis, como dados de entrada, restrições, decisões, dentre outras, sendo conceitualmente abordados por Chwif e Medina (2014).

Processos de alta complexidade, que dificultam a análise analítica, são mais facilmente representados por técnicas de simulação, conforme estudado por Botter (2002). Essa complexidade é função da aleatoriedade e do dinamismo das variáveis que intervêm em processos reais.

Diante disso, conforme estudado por Netto (2012), os modelos de simulação de eventos discretos permitem avaliar rapidamente a efetividade das estratégias propostas, detalhar um sistema complexo considerando um grande número de restrições e especificidades, além de permitir a compreensão das variáveis, facilitar a identificação dos gargalos do sistema e representar com bastante precisão o cenário real.

3 ESTUDO DE CASO: CANAL DE ACESSO AO PORTO DE ITAGUAÍ

Conforme informado, segundo o Plano Mestre do Porto de Itaguaí (2014), o canal principal tem 200 m de largura e encontra-se dragado a 20 m de profundidade. O calado autorizado pela Companhia Docas do Rio de Janeiro para tráfego no canal principal é de 17,8 m, referidos ao zero hidrográfico da Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil.

A operação deve ser feita em via única, sendo que um navio leva em média 2,5 h para entrar ou sair do porto. Em algumas situações, para que um navio no sentido de entrada permita a passagem de outro navio no sentido de saída, aquele se direciona para a área de fundeio para a saída deste.

A Base de Submarinos da Marinha do Brasil também utilizará o canal e, por razões óbvias, terá prioridade total para isso. Até setembro de 2020, o órgão não havia causado nenhum tipo de restrição às operações dos terminais portuários, por estar iniciando a construção de seus submarinos. Porém, com o aumento de sua armada, podem surgir interferências nas janelas de operação.

Em resumo, a prioridade de navios no canal de acesso atual é a seguinte:

- a) navios-contêineres;
- b) navios de carvão;
- c) navios de minério;
- d) navios de carga geral;
- e) com exceção aos navios de contêineres, a prioridade sempre será no sentido saída;
- f) os navios direcionados ao TIG possuem prioridade no canal principal.

O canal de acesso atual ao Porto de Itaguaí possui extensão de aproximadamente 20 milhas náuticas (ou 37.040 m). Nele estão contidas áreas de fundeio e terminais, os quais são apresentadas na Figura 13.

Figura 13 - Canal de acesso atual e suas áreas de fundeio

Fonte: Plano Mestre do Porto de Itaguaí (2014).

Há 14 fundeadouros internos à Baía de Sepetiba, organizados em seis áreas. Os calados máximos autorizados pela Companhia de Desenvolvimento do Rio de Janeiro (CDRJ) nessas áreas de fundeio são apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Calados máximos das áreas de fundeio

Áreas (em m)					
A	B	C	D	E	F
12,8	11,8	7,1	6,5	10,5	11,2

Fonte: Plano Mestre do Porto de Itaguaí (2014).

3.1 FERRAMENTA PARA ANÁLISE DE VIABILIDADE TÉCNICA PARA CANAIS DE ACESSO

Qualquer desenvolvimento de um novo canal de acesso, bacia de evolução e berço de atracação deverá ser precedido de simulações físicas ou numéricas, com o objetivo primordial da validação dos estudos de engenharia, com foco central na segurança da navegação. A comparação dessas duas metodologias faz-se pertinente neste estudo, pois, para cada tipo de situação, uma melhor escolha poderá ser feita.

Vale frisar que os dois modelos, um deles físico, ilustrado na Figura 14, podem ser considerados complementares entre si. Importante ressaltar que os modelos físicos

foram os primeiros a estarem disponíveis, por volta dos anos 1980, uma vez que os computadores somente se tornaram acessíveis nas décadas seguintes.

Figura 14 - Implantação de um modelo reduzido

Fonte: Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica da Universidade de São Paulo (2003).

Como se pode ver na figura, um modelo físico, na realidade, é um tanque de provas no qual uma modelagem física e hidráulica de uma área, em escala tridimensional geometricamente reduzida, determina o que se pretende reproduzir. Faz isso por meio das correntes de maré e seus efeitos sobre os modelos reduzidos dos navios-tipo representados, das condições de enchente e vazante, determinando o grau de dificuldade das manobras de atracação e desatracação, ou, ainda, a partir da influência de entrada de feixes de ondas sobre os modelos de navios atracados, avaliando sua influência direta nos planos de amarração.

Diferentemente dos simuladores numéricos, fundamentados nos equacionamentos matemáticos, a simulação é embasada nas Leis da Semelhança Mecânica que permite visualizar fisicamente a interação entre escoamento e navio, embora existam limitações de similaridade física, além da dificuldade inerente de reproduzir o vento de forma adequada.

Com um modelo analógico de um simulador físico-matemático, é possível ter conhecimento sobre o conjunto da dinâmica das manobras previamente em diferentes cenários, assim como a melhor forma de amarração disposta dos navios, buscando garantir a camada de segurança indispensável a toda obra marítima em um determinado cenário para, dentre outras ações:

- a) estabelecer a melhor estratégia para as manobras dos navios de projeto.
- b) decidir sobre o número de rebocadores e/ou o *bollard pull* mais conveniente;
- c) reduzir o empirismo e os riscos associados à execução dos testes em escala real, que são, inclusive, inviáveis em uma nova instalação portuária;
- d) estudar a amarração dos navios sob a influência de variáveis meteorológicas, astronômicas e morfológicas;
- e) auxiliar na definição dos limites operacionais de atracação e manutenção dos navios atracados;
- f) estabelecer os critérios de resistência das defensas nos momentos das aproximações dos navios nos instantes de atracação.

Há várias razões para que se construa um modelo físico reduzido de um terminal, a saber:

- a) **socioeconômicas:** geração de emprego da mão de obra local, despertando o interesse pelo negócio (por parte dos órgãos públicos), não só na obra de instalação, como na manutenção constante de artífices, marceneiros, técnicos e engenheiros civis especializados em hidráulica estuarina, garantindo a operação, a fim de superar as expectativas, buscando melhorias operacionais e suas respectivas otimizações, criando a sinergia necessária entre operadores, clientes e parceiros;
- b) **segurança:** garantir, de forma sustentável, a segurança operacional oferecida, baseada em estudos conceituais de manobra previamente avaliadas e os limites operacionais de amarração, desenvolvendo procedimentos e treinamentos para os envolvidos direta e indiretamente nas operações portuárias (práticos locais, mestres de rebocadores, inspetores de embarque, operadores portuários etc.);
- c) **treinamentos específicos:** permite o aperfeiçoamento necessário para as atividades náuticas, possibilitando aos profissionais melhorar suas habilitações fluvial, costeira e de alto mar.

Figura 15 - Simulador de modelo numérico

Fonte: Instituto Mitags (2016).

Um simulador numérico (Figura 15), reproduz as leis físicas da mecânica e hidrodinâmica, devendo respeitar as seguintes regras:

- a) Pianc – *Working Group 20/B77*;
- b) *International Association of Lighthouse Authorities – Guideline 1058*;
- c) *International Maritime Organization (IMO) – STCW A-I/12 (Training)*;
- d) *IMO – STCW BI/12 (Equipment)*;
- e) *IMO – STCW B-XI (Equipment)*.

Há, ainda, outras normas utilizadas em estudos, tais como Publicações IMO (MSC Circ. 1053/FAL. 6 Circ. 9), Normas Brasileiras emitidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), *U.S. Army Corp of Engineers* (Corpo de Engenheiros do Exército Americano), *The Society of Naval Architects and Marine Engineers* (Sociedade Naval de Arquitetos e Engenheiros Navais) etc.

Os simuladores resolvem equações matemáticas da dinâmica da embarcação, assim como os efeitos hidrodinâmico e aerodinâmico para a obtenção do comportamento do navio em seus seis graus de liberdade, utilizando *software* e *hardware* poderosos. A Tabela 7 apresenta as principais diferenças entre os modelos físicos e numéricos.

Tabela 7 - Principais diferenças entre modelos físico e numérico

Modelo numérico		Modelo físico	
Vantagem	Desvantagem	Vantagem	Desvantagem
Tem as mesmas características de manobrabilidade usadas na interação com a realidade.	São manobrados com facilidade, sem levar em consideração o risco da passagem de cabos na interação com o casco do navio.	São ajustados com facilidade e por rádio-controle, sendo facilmente manobrados.	Dependendo da escala, suas funções são ocupadas por ventiladores (abertura no costado) que não interagem bem com o casco.
Pode demonstrar suas habilidades de dentro do passadiço, dependendo da sua capacidade de simulação em seu interior (<i>full mission</i>).	Como lateralmente não se consegue enxergar a massa fluída, perde o sentido da distância em uma aproximação lateral, assim como o sentido de distância da proa ao horizonte.	O piloto real pode manobrar de fora do navio com rádio-controle, o que lhe permite avaliar o ambiente com mais segurança.	Dependendo da escala, a velocidade de simulação requer algum tempo para que o piloto real possa se ambientar e transferir para a realidade o objetivo.

Fonte: Villote (2010).

Concluindo, em uma análise de viabilidade técnica do canal de maré, é útil que se tenha validação em modelo numérico (tempo rápido ou tempo real) e em modelagem física.

3.2 EXEMPLOS DE OBRAS PORTUÁRIAS

3.2.1 Porto do Açu

Localizado em São João da Barra (RJ), o Porto do Açu é um empreendimento portuário recente, que conta com um canal de acesso dragado artificialmente. Esse canal possui 14,5 m de profundidade e aproximadamente 6.500 m de extensão, dando acesso ao terminal T2.

Seu canal está posicionado perpendicularmente à faixa de terra e alcança sua bacia de evolução, com 600 metros de diâmetro. Após a bacia, segue em continuação outra extensão de canal, paralela à faixa de terra, com profundidade dragada de 10 m.

Em sua extensão, navegam vários tipos de embarcações, desde embarcações de apoio (*supplies*) de vários portes, como *Multi Purpose Supply Vessel*, que são navios polivalentes capazes de garantir ampla diversidade de serviços de manutenção especializada para os campos de petróleo *offshore*, como também executar tarefas de abastecimento e entrega (cimento, tubos, lama, salmoura, água doce, óleo e

produtos a granel) e funções que incluem o reboque, manobras de âncora, trabalho de pesquisa e resgate para várias empresas.

O Porto do Açu possui dois terminais, sendo um *offshore* e outro *onshore*. O terminal *onshore* conta com o acesso de embarcações pelo seu canal de 6,5 km de extensão, 300 m de largura e 14,5 m de profundidade na primeira parte (antes da bacia de evolução) e 10 m na segunda parte (após a bacia de evolução). Este terminal é composto pela retroárea no entorno do canal escavado, com amplo acesso ao cais para os diversos terminais em operação.

Importante destacar que o porto do Açu é o único terminal no Brasil que conta com canal interno escavado artificialmente, conforme apresentado na Figura 16.

Figura 16 - Porto do Açu (canal de acesso interno dragado artificialmente e seus terminais)

Fonte: Porto do Açu (2011).

3.2.2 Porto de Imbetiba

O Porto de Imbetiba é uma importante base de apoio *offshore* do Brasil (Figura 17), estando localizado em Macaé, estado do Rio de Janeiro.

As atividades de apoio marítimo no Brasil apresentaram cinco fases ao longo de seu desenvolvimento até 2020. A primeira fase ocorreu de 1968 a 1975, com sua implantação em função da descoberta das primeiras reservas de petróleo no Brasil. A segunda fase ocorreu entre 1976 e 1981, com a expansão da frota brasileira. Em sua terceira fase, que corresponde ao período de 1982 a 1989, ocorreu a consolidação das atividades de apoio marítimo em decorrência do início da operação de plataformas semissubmersíveis no litoral brasileiro, contribuindo para um considerável incremento da frota.

A quarta fase abrange a decadência do setor, experimentada no período de 1990 e 1996, já que houve uma abertura brasileira para as empresas estrangeiras, que passaram a poder operar na costa brasileira. Esse movimento gerou o fechamento de empresas no país, venda de navios, desemprego no setor e falta de inovações tecnológicas na indústria doméstica. Em sua quinta fase, iniciada por volta de 1997 e estendendo-se até o final da década de 1990, está ocorrendo a modernização da frota, ressurgindo navios de bandeira brasileira no mercado.

Figura 17 - Porto de Imbetiba (Macaé, RJ) com espigões

Fonte: disponível em: <<https://www.odebateon.com.br/site/noticia/detalhe/39993/porto-de-imbetiba-divide-com-acu-a-logistica-offshore-da-petrobras>>. Acesso em: 21 maio 2019.

3.2.3 Estruturas marítimas

A agitação permanente das águas do mar (ondas) impede a acostagem de embarcações em zonas abertas. Assim, as manobras para atracação somente são possíveis em certos locais, menos expostos ou mais abrigados. Além da proteção

contra as ondas, para que o local sirva de porto a um determinado tipo de embarcação, é necessário, também, que tenha profundidade compatível com o calado do navio-tipo que vai navegá-lo e condições de acesso que permitam o tráfego e suas manobras, sendo estas: largura, profundidade, bacia de evolução. O projeto geométrico deve estar de acordo com a Pianc ou ABNT, sendo elaborado com base nas condições meteoceanográficas levantadas (correntes, marés, ondas, ventos etc.).

Apesar dos fatores mencionados, a escolha da localização de um novo porto geralmente é determinada por imposições relacionadas pela infraestrutura existente no continente. Desse modo, deve ser considerada a infraestrutura viária (rodoviária e ferroviária), industrial e de produção que já existem na região.

Nesse contexto, os critérios relacionados aos aspectos marítimos ficam em segundo plano. Ou seja, se, ocasionalmente, ocorrer a ruptura da restinga de Marambaia, uma vez que o local escolhido para a implantação do porto simulado neste trabalho não dispõe de profundidade, agitação, acesso, dentre outras características que facilitam as operações portuárias, seria necessária a implantação de obras de melhoramento para garantir a segurança à navegação no local.

As estruturas marítimas de abrigo têm função de reduzir os efeitos das ondas e correntes marítimas que atingem os navios atracados ou em navegação no interior de seu canal de acesso. Além dos efeitos na navegação, essas estruturas também têm a função de garantir as condições geométricas do porto, como conter o avanço de erosão, sedimentação e assoreamento do canal de acesso, garantindo a navegabilidade das embarcações.

A seguir são descritas algumas das estruturas marítimas que podem ser utilizadas em terminais portuários.

3.2.3.1 Quebra-mar

Trata-se de estrutura de proteção física para diminuir ou mitigar os efeitos das ondas. É conformada no mar, não estando conectada com a terra. Constitui-se, geralmente, de blocos de rocha (enrocamentos), blocos de concreto, estruturas de concreto moldadas (caixões) ou poliedros (tetrápodes), ambos com geometrias específicas, conforme ilustrado na Figura 18, Figura 19 e Figura 20.

Figura 18 - Quebra-mar Accropode

Fonte: Accropode.

Figura 19 - Quebra-mar híbrido, com estrutura composta por caixões em concreto e quebra-mar em enrocamento de rochas e coroamento em *core-locs* (tetrápodes)

Fonte: Porto do Açú (2013).

Figura 20 - Tetrápodes no Porto de Ajaccio (Córsega, França)

Fonte: fotografia de Miropink. Disponível em: <<https://br.depositphotos.com/126660212/stock-photo-concrete-blocks-tetrapod-breakwater-protect.html>>. Acesso em: 14 maio 2020.

3.2.3.2 Molhes

Consiste em uma estrutura de proteção para diminuir ou mitigar os efeitos das ondas. Diferencia-se dos quebra-mares por possuir uma extremidade ligada ao continente e outra, ao oceano, conforme mostrado na Figura 25.

Figura 21 - Porto do Açu com molhes de caixão de concreto armado e guias de corrente em seu interior

Fonte: Porto do Açu (2012).

3.2.3.3 Espigões

Espigões são estruturas enraizadas no continente, dispostas transversalmente para diminuir e mitigar os efeitos das correntes paralelas à linha da costa, eliminando os prováveis tómbolos causados por correntes exacerbadas. Em geral, são retilíneos, mas podem tomar forma de L, T ou mesmo mais complexas, como curvilíneas, em Z ou onduladas. Sua parte superior (coroamento) pode estar emersa ou submersa ou, ainda, com uma parte emersa e outra submersa. Pode ser do tipo permeável (permitindo que a água ou algum sedimento o atravesse) ou impermeável.

Um exemplo de espigão pode ser observado na Figura 22, que retrata o terminal marítimo do Porto do Rio Grande (RS), o qual, em 2010, concluiu o aprofundamento dos canais entre os molhes da barra e a ampliação do calado de 40 para 52 pés (equivalente a uma ampliação de 12,19 m para 15,85 m).

Figura 22 - Entrada do canal do Porto do Rio Grande

Fonte: disponível em: <<https://portoimagem.files.wordpress.com/2010/11/molhes-porto-rio-grande.jpg>>. Acesso em: 14 maio 2020.

A obra de aprofundamento dos canais de acesso do terminal do Porto do Rio Grande consiste em uma das mais importantes para operações dos navios. Com ela, o porto

passou a contar com 18 m de profundidade no canal externo, localizado fora dos molhes da barra, e 12.974 m de comprimento. Já no canal interno, entre os molhes da barra e o píer petroleiro, que conta com 11.700 metros de extensão, a profundidade passou de 14 m para 16 m.

Os espigões podem também ser empregados em conjunto, sendo chamados de campos de espigões. Essa é uma solução para minimizar os efeitos da erosão no sota-vento (Figura 23).

Figura 23 - Espigão curvilíneo (Dubai, Emirados Árabes)

Fonte: *Dubai Port and Dock* (2016).

O efeito de um único espigão é a acumulação da praia a barlar e a erosão da praia a sotamar, por meio do controle ou, pelo menos, da modificação dos fenômenos hidrodinâmicos associados à agitação e às marés, bem como a sua interferência na corrente de deriva litoral.

As condições de espigões não são indicadas para áreas nas quais o transporte de sedimentos litorâneos seja fraco, pois as erosões a sotamar podem ser graves. Erosões desse tipo também podem ocorrer quando o rumo do transporte for variável, o que reduz a eficácia da estrutura dos espigões.

Espigões constituem-se nas estruturas mais vulgarizadas de proteção de costa, em função dos impactos negativos que induzem a sotamar, bem como por razões estéticas. Sua construção é cada vez mais polêmica, justamente por causar erosões, sendo preferível, com frequência, adaptar outras técnicas de proteção ambientalmente menos agressivas, como molhes e guias de corrente em seu interior.

Os espigões geralmente são construídos com enrocamento, por serem mais flexíveis e adaptados ao assentamento do terreno. Também é possível aplicar o sistema de gabiões nos trechos da linha da costa que ficarão assoreados, ou, ainda, sacos preenchidos com argamassa de alta resistência. Além dos enrocamentos (blocos de rocha) e gabiões, os materiais mais utilizados nos espigões são: caixões de cimento, blocos de concretos, tetrápodes, dentre outros.

No *site* do Programa de Aceleração do Crescimento (<http://pac.gov.br/>), é possível encontrar uma série de valores históricos de obras portuárias recentes. Por exemplo, em 30 de junho de 2018 foi anunciada a dragagem do canal derivativo do Canal de Sepetiba, com valor estimado de R\$ 4 bilhões. Na mesma data, foi feito o anúncio da dragagem de manutenção do Porto do Rio (RJ), cujo valor estimado foi de R\$ 234 milhões. No Porto de Santos (SP), um levantamento hidrográfico do canal de acesso foi estimado em R\$ 121 milhões em 2018, enquanto o alinhamento do Cais de Outerinhos foi estimado em R\$ 315 milhões.

Como se nota, obras portuárias normalmente envolvem valores elevados, seja pela especificidade da engenharia aplicada, seja pela dificuldade de acesso aos equipamentos e materiais aplicados.

3.3 MODELAGEM LOGÍSTICA DOS CANAIS COM SIMULADOR ARENA

3.3.1 Problema

A partir da leitura da tese de Pinheiro (2015), constatou-se a existência de apenas um canal de acesso ao Porto de Itaguaí, que permite apenas uma entrada ou saída por vez (monovia). Dada a geografia local, existe uma possibilidade de uma abertura de um novo canal, que também seria uma monovia.

A adição do novo canal poderia ser muito bem-vinda, pois, como destacado anteriormente, observa-se um possível aumento de navios entrando e saindo do local. Em 2020, o porto recebeu aproximadamente 1.000 navios por ano e a estimativa de especialistas entrevistados no âmbito deste trabalho é que esse volume aumente para algo em torno de 2.000 (que foi utilizado como valor mínimo estimado na simulação). O tempo de cada manobra (entrada ou saída) é de três horas para cada navio.

O Complexo Portuário da Baía de Sepetiba possui uma base de submarinos da Marinha do Brasil e seis terminais: o Terminal Ilha Guaíba, Companhia Portuária Baía de Sepetiba, Tecar (granel sólido), Sepetiba Tecon, Ternium S. A. e PSB.

Com o intuito de realizar uma simulação logística que representasse alguns cenários supostos nesta dissertação, foi utilizado o *software* Arena na versão estudante. Em suma, o objetivo principal da simulação analisar a fila causada pelos navios que entram e saem do porto. Visto que o tempo de manobra de entrada e saída é relativamente alto e que o canal atual permite apenas uma manobra por vez, uma fila tende a ser criada em função do número de navios entrando na Baía.

Metodologia de análise parecida com a realizada com o *software* Arena também foi utilizada por Mota et al. (2013), Netto et al. (2011) e Abdenur et al. (2006). Abdenur et al. (2006) buscaram complementar um estudo publicado durante a conferência da Sobena em 2005, que focou a análise de obras que objetivavam aumento de capacidade de navios (para a época) no Canal do Panamá. Os autores utilizaram o *software* Arena para analisar os cenários para navios classe “Panamax” (antes das obras de expansão) e “Post-Panamax” (após as obras, que terminaram em 2016). As conclusões subsidiaram as autoridades do canal do Panamá a adequar seu plano-mestre à época do projeto de expansão.

Mota et al. (2013) mencionam as contribuições anteriormente dadas por Almaz e Altiok (2012) e Kelton, Sadowski and Sadowski (2002), que utilizaram o *software* Arena para medir o impacto logístico de uma dragagem no desempenho de um porto. Mota et al. (2013) utilizaram o Porto de Santos como cenário de estudo, demonstrando que o uso do *software* é extremamente aplicável a estudos desse tipo, obtendo tempos relativos à fila de navios, utilização de canal, mesmo com a extrapolação do número de navios para o dobro do que se tinha à época.

A análise de Netto et al. (2011) também foi realizada tendo como base o Porto de Santos, utilizando a quantidade de navios informada pela Companhia Docas do Estado de São Paulo para a época da análise e dados de projeções de navios para terminais que, em 2011, ainda estavam no *pipeline* de projetos de construção. Nas conclusões, os autores obtiveram os tempos estimados de fila e um aumento considerável (de 40% para 70%) da taxa de ocupação do canal de acesso ao porto.

A fim de realizar a simulação, algumas hipóteses foram apontadas, a saber:

- a) a distância entre os terminais e os canais de acesso são irrelevantes, se comparadas ao tempo de manobra;
- b) o tempo de operação portuária foi definido sendo 24 h;
- c) as distribuições de tempo são constantes: os navios chegam em intervalos iguais de tempo; a manobra sempre leva 3 h para ser concluída; o tempo que o navio fica no terminal é sempre de 24 h;
- d) os dois canais (o atual e o canal de maré) funcionam da mesma maneira, ou seja, a entidade navio acessa o canal que está livre;
- e) o ano tem 365 dias e o dia, 24 h;
- f) o *downtime* não foi considerado;
- g) também não foram considerados fundeadouros internos;
- h) apenas o Terminal Ilha Guaíba não foi considerado nesta simulação.

O modelo simplificado de entrada e saída do canal é demonstrado na Figura 30.

Figura 24 - Fluxograma do modelo computacional de simulação no Arena

Fonte: elaborada pelo autor (2019).

3.3.2 Simulações e resultados

A simulação começa com a entrada no porto ao qual um navio chega a cada 8,76 horas (no caso de 1.000 navios por ano). O navio se direciona para o canal, onde é retido por 3 h. Depois, se dirige ao bloco de decisão, para que seja verificado se ele já realizou a operação portuária ou não. Sendo sua primeira passagem ali, ele não terá realizado a operação ainda e será enviado para a operação portuária, sendo retido por um dos seis berços de atracação dos terminais internos por 24 h. Então, o navio é direcionado ao canal, onde é retido por 3 h novamente. Em seguida, passa pelo bloco de decisão, onde é verificado se ele já realizou a operação portuária, e, então, dirige-se à saída.

Dado que o número de navios por ano e o número de canais podem variar, quatro simulações diferentes foram realizadas:

- a) **Simulação 1:** 1 monovia (canal atual) e 1.000 navios por ano (1 navio a cada 8,76 horas);
- b) **Simulação 2:** 1 monovia (canal atual) e 2.000 navios por ano (1 navio a cada 4,38 horas);
- c) **Simulação 3:** 2 monovias (canal atual e canal novo) e 1.000 navios por ano (1 navio a cada 8,76 horas);
- d) **Simulação 4:** 2 monovias (canal atual e canal novo) e 2.000 navios por ano (1 navio a cada 4,38 horas).

Para a Simulação 2, foi necessário fazer uma escala de apenas dois meses. Os navios se acumulavam no canal e a versão Arena utilizada (estudante) não permitia mais de 150 itens acumulados em uma fila.

Os resultados das simulações estão apresentados na Tabela 8 e na Tabela 9.

Tabela 8 - Resultados relativos ao tempo de cada navio

	Tempo de espera (h)		Tempo total (h)	
	Médio	Máximo	Médio	Máximo
Simulação 1	2,0937	2,1	32,0937	32,1
Simulação 2	367,12	625,05	397,12	655,05
Simulação 3	0	0	30	30
Simulação 4	0	0	30	30

Fonte: elaborada pelo autor (2019).

Tabela 9 - Resultados relativos à fila formada para entrada e saída do canal

	Tempo de fila (h)		Tamanho da fila (navios)	
	Médio	Máximo	Médio	Máximo
Simulação 1	1,0468	2,1	0,2401	1
Simulação 2	183,56	351	60,9391	118
Simulação 3	0	0	0	0
Simulação 4	0	0	0	0

Fonte: elaborada pelo autor (2019).

Os resultados da Simulação 1 apontam a presença de fila de no máximo 1 navio. Na maior parte das vezes, nenhum navio está na fila e o tempo máximo que um navio espera é para fazer a manobra de entrada ou saída, de 2,1 horas.

Tendo como parâmetro o tempo de 2 meses, a Simulação 2 aponta uma fila grande, que chega a 118 navios e que continuaria crescendo se mais meses tivessem sido considerados na simulação. Os outros valores de tempo também atingiram o limite dentro do período de dois meses, mas continuariam crescendo igualmente. O modelo não retrata a existência de fundeadouros internos, que poderiam trazer algum benefício na redução da fila de navios.

A Simulação 3 e a Simulação 4 apontam o mesmo resultado: nenhuma fila é formada durante o ano e os navios utilizam apenas o tempo de manobra (3 h + 3 h) e o tempo de operação portuária (24 h).

3.3.3 Validação do modelo

A construção do modelo, conforme informado, simplificou os dados de entrada. Assim, considerou-se que todos os navios se dirigiam para o canal conforme ordem de chegada e, como resultado, obteve-se o tempo de espera para que o navio possa entrar no canal. Em outras palavras, o modelo gerou 1.000 (época em que a simulação foi feita) e 2.000 navios anos (projeção futura).

Para validar o modelo, foram usados dados reais da movimentação dos anos de 2018 e 2019, fornecidos pela CDRJ, os quais estão resumidos na Tabela 10 e Tabela 11.

Tabela 10 - Análise dos dados de manobra (2018 e 2019)

Ano	Quantidade de navios	Tempo médio (h)		
		De trânsito no canal <i>in/out</i>	Entre manobras de entrada	Entre manobras de saída
2018	994	2,4	8,88	8,88
2019	906	3,12	9,84	9,60

Fonte: elaborada pelo autor (2020) a partir de dados fornecidos pela CDRJ.

Analisando os dados das tabelas, é possível concluir que:

- a) em média, a quantidade de manobras por dia de 2018 e 2019 foi de, respectivamente, 2,7 e 2,5;
- b) em 2018, a cada 8,88 h, um navio acessava o canal, que, então, foi utilizado por 2,7 embarcações/dia;
- c) em 2019, a cada 9,7 h, um navio acessava o canal, sendo utilizado por 2,5 embarcações/dia.

Conforme o regulamento portuário da CDRJ, o menor intervalo entre manobras é de 2 h, o que demonstra que o canal de acesso estaria subutilizado. Ainda com base nos dados apresentados, em nenhum mês dos anos analisados houve plena ocupação dos berços de atracação.

A performance de operação dos terminais se manteve estável por perfil de carga e a espera para atracação nunca ocorreu por fila no canal, mas, sim, por ocupação do berço de atracação em questão. Assim, a simplificação feita no modelo, atribuindo-se uma entrada contínua no canal, apresenta resultado coerente quando atribui tempo de espera baixo, em torno de 2 h.

Tabela 11 - Relação de navios atracados no complexo portuário de Itaguaí

Vg.	Emb.	DWT	Terminal	Berço	Dt. At.	Dt. Dt.	Saída
08448/2018	SBI Flamenco	81.800,00	TPTE	TPTE	27/12/2018 14:10:00	01/01/2019 20:15:00	01/01/2019 22:38:01
08576/2018	Ultra Villarrica	37.429,00	Tecon	5301	29/12/2018 23:50:00	04/01/2019 21:20:00	04/01/2019 23:49:00
08138/2018	Xing Huan Hai	81.361,00	TPTE	TPTE	30/12/2018 01:45:00	01/01/2019 08:42:00	01/01/2019 10:55:00
08472/2018	Lan May	206.007,00	Temin	5401	31/12/2018 11:00:00	03/01/2019 00:15:00	03/01/2019 02:38:00
08450/2018	Indian Harmony	75.384,00	Tecar	5101	31/12/2018 14:20:00	06/01/2019 10:23:00	06/01/2019 12:08:01
08593/2018	Yangtze Xing Jin	81.649,00	TPPS	TPPS	31/12/2018 15:15:00	01/01/2019 12:31:00	01/01/2019 14:50:01
08561/2018	Agios Makarios	80.933,00	TPTE	TPTE	01/01/2019 00:30:00	08/01/2019 04:35:00	08/01/2019 06:57:01
08556/2018	Herun Zhejiang	181.056,00	Tecar	5102	01/01/2019 02:30:00	02/01/2019 13:22:00	02/01/2019 16:02:01
00048/2019	Bartolomeu Dias	57.550,00	Tecon	5302	01/01/2019 18:10:00	02/01/2019 10:25:00	02/01/2019 12:51:01
08337/2018	Ultra Lion	81.922,00	TPTE	TPTE	01/01/2019 20:45:00	04/01/2019 05:16:00	04/01/2019 06:59:01
00003/2019	Kymopolia	176.990,00	Tecar	5102	02/01/2019 16:55:00	04/01/2019 23:06:00	05/01/2019 02:01:01
00051/2019	Américo Vespúcio	52.039,00	Tecon	5302	03/01/2019 00:10:00	03/01/2019 10:15:00	03/01/2019 11:52:01
00049/2019	Iron Miracle	181,00	Temin	5401	03/01/2019 10:15:00	06/01/2019 22:30:00	07/01/2019 00:53:00
00002/2019	Mol Benefactor	119.325,00	Tecon	5302	03/01/2019 20:40:00	04/01/2019 20:15:00	04/01/2019 22:39:01
08476/2018	Cape Trader	169,00	Tecar	5102	05/01/2019 02:50:00	07/01/2019 08:16:00	08/01/2019 15:00:01
00026/2019	Symil	119.478,00	Tecon	5302	05/01/2019 13:20:00	06/01/2019 07:12:00	06/01/2019 09:36:01
08311/2018	Star Leo	207.939,00	Temin	5401	06/01/2019 10:15:00	08/01/2019 18:30:00	08/01/2019 20:57:01
00140/2019	Mercosul Itajaí	35.587,00	Tecon	5302	06/01/2019 16:40:00	06/01/2019 23:50:00	07/01/2019 02:04:01
08476/2018	Cape Trader	169,00	Tecar	5101	07/01/2019 09:24:00	08/01/2019 08:32:00	0
00035/2019	Nightwing	170.000,00	Tecar	5102	07/01/2019 11:10:00	09/01/2019 07:33:00	09/01/2019 10:35:01
00191/2019	Américo Vespúcio	52.039,00	Tecon	5302	08/01/2019 02:20:00	09/01/2019 01:50:00	09/01/2019 04:58:01
00050/2019	Monte Sarmiento	65.066,00	Tecon	5303	08/01/2019 17:30:00	09/01/2019 01:00:00	09/01/2019 03:36:01
00014/2019	GNG Concord 2	75.337,00	Tecar	5101	08/01/2019 18:40:00	12/01/2019 15:09:00	12/01/2019 16:54:01
00054/2019	João de Solis	52.161,00	Tecon	5302	09/01/2019 06:15:00	09/01/2019 15:30:00	09/01/2019 17:20:00
00111/2019	Azul Challenge	203,00	Tecar	5102	09/01/2019 10:42:00	11/01/2019 06:53:00	11/01/2019 09:41:01

Fonte: Sistema Operacional da CDRJ (2020).

3.3.4 Conclusões da análise logística

Pelos resultados apresentados, conclui-se que, para o cenário de 1.000 navios por ano, é razoável continuar com apenas um canal, pois há formação de filas de um navio e a espera é de duas horas, que ocorre praticamente para todos os navios durante o ano. No caso de dois canais, as filas seriam inteiramente eliminadas.

Com um cenário de 2.000 navios, não seria possível continuar com apenas um canal, pois, neste caso, haveria uma fila que não seria dispersada e só aumentaria com a chegada dos navios, sinalizando, portanto, a necessidade de abertura de um segundo canal para impedir que as filas se formassem.

Esses resultados estão estreitamente ligados com as suposições realizadas. Para um resultado mais próximo do real, deve-se alterar o tempo de operação no porto e a distribuição dos tempos, alterando a constante para uma outra distribuição, por exemplo, para a distribuição triangular ou para distribuições reais.

3.3.5 Análise da viabilidade econômica da implantação dos canais

Para justificar o investimento em obras portuárias com o intuito de estabilizar o canal de maré, a avaliação do aumento da movimentação de navios e/ou o aumento de produtividade dos terminais foi determinante.

Visando à obtenção de informações sobre projeções de mercado para os próximos anos, realizou-se uma pesquisa com especialistas de todos os terminais, conforme formulário que consta do Anexo I. Assim, a análise da implantação do canal de maré foi pautada na comparação de seu custo de investimento de implantação com a previsão de utilização obtida com os especialistas.

Considerando que o canal de maré não afetaria a operação do TIG à época em que a simulação foi feita, o trabalho focou, primordialmente, na operação interna da Baía de Sepetiba. Contudo, a movimentação desse terminal foi levada em consideração no cálculo de utilização do canal de acesso externo atual. Dos terminais localizados na parte interna da Baía de Sepetiba, apenas os terminais Tecar, Sepetiba Tecon e PSB possuem previsão de crescimento da demanda.

Os resultados obtidos na análise devem ser considerados como mera estimativa acadêmica, não se caracterizando como informação vinculante do ponto de vista regulatório, nem mesmo como informação ao mercado.

A estimativa de crescimento da região, em termos percentuais, gira em torno de 128%, o que representa um incremento anual de aproximadamente 1.000 a 1.300 embarcações a mais em um ano-calendário. Dessa forma, as seguintes premissas foram consideradas:

- a) à época da simulação, transitavam no canal aproximadamente 1.000 navios;
- b) o dobro deste número (2.000) foi levado em conta, em função das manobras de entrada e saída;
- c) o canal atual é monovia;
- d) o tempo médio de cada manobra é de aproximadamente 3 h;
- e) o Terminal Ilha Guaíba possui prioridade no canal, pois todas as embarcações precisam utilizar seu canal privativo;
- f) o *downtime* é de 3% do ano-calendário, em função de condições meteoceanográficas.

Conforme a simulação operacional, conclui-se que a taxa de utilização atual do canal gira em torno de 75%. Assim, com o incremento do volume indicado pelos especialistas dos terminais que participaram da entrevista e com a possibilidade de aumento do *downtime* – em função do tráfego dos submarinos, os quais, provavelmente, terão preferência –, é razoável imaginar que um canal de dupla via será necessário para adequar a infraestrutura atual à demanda futura, dado que a taxa de ocupação do canal excederá 100%.

Duplicar o canal de acesso existente significa realizar uma obra portuária com extensão aproximada de 20 milhas náuticas (ou 37.040 m), ao passo que estabilizar o canal de maré representará realizar uma obra em aproximadamente 9 milhas náuticas. Considerando que obras portuárias de estabilização da restinga da Marambaia deverão ser realizadas, o custo final estimado para as obras necessárias no canal de maré deverá ser maior em pelo menos 30%. Contudo, tais números deverão ser refinados em estudo detalhado de engenharia.

O custo de dragagem do solo varia de R\$ 17,00/m³ a R\$ 40/m³ (referência – Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental da dragagem do Porto de Maceió). Assumindo um valor médio de R\$ 25/m³, o total a ser investido para a criação de um canal duplo de navegação seria de aproximadamente R\$ 926 milhões. Estimou-se, na duplicação, um aprofundamento médio de 5 m, 20 milhas náuticas (ou 37.040 m) de comprimento e largura de 200 m.

No canal de maré, seriam investidos R\$ 834 milhões em dragagem e aproximadamente R\$ 350 milhões em obras portuárias, tais como: guias-correntes, molhes de contenção e enrocamentos. Estimou-se a dragagem do canal de maré com aprofundamento de 10 m, 9 milhas náuticas de comprimento e 200 m de largura.

Em ambos os canais, seria necessário acrescentar um sistema de sinalização náutica. Assim, foi considerado para o canal atual o acréscimo de 20 pares de boias, totalizando 40 peças, ao custo de R\$ 50 mil por unidade. No canal de maré já estava instalado um total de 10 pares de boias, totalizando 20 peças, com custo de instalação similar.

Simplificando a análise de custos, ainda haverá o desembolso com projetos de engenharia e, no caso do canal principal, os valores considerados serão menores do que os utilizados no canal de maré, em função da complexidade das obras que serão realizadas para a estabilização da restinga da Marambaia.

3.3.5.1 Alternativa I – Duplicação do canal de acesso

Para a elaboração da Alternativa I, que considera a duplicação do canal de acesso existente para torná-lo um canal de dupla via, devem ser considerados os investimentos em:

- a) dragagem de aprofundamento e alargamento do canal existente;
- b) implantação de sinalização náutica;
- c) projetos de engenharia;
- d) custos de licenciamento, programas e compensação ambiental;
- e) custos indiretos, como gerenciamento do empreendimento, seguros, omissos e contingência.

Dragagem de aprofundamento e alargamento do canal

Foram estimadas as seguintes dimensões e intervenções para a duplicação e o aprofundamento do canal:

- a) aprofundamento médio de 5 m no canal, tendo-se, neste caso, um canal duplicado com a mesma profundidade;
- b) dragagem ao longo de 20 milhas náuticas (ou 37.040 m);
- c) largura da dragagem de 200 m.

Assim, considerando-se apenas os investimentos em dragagem para a duplicação do canal de acesso existente, visando a torná-lo via dupla, tem-se um volume de dragagem de aproximadamente 37.040.000 de m³.

Implantação de sinalização náutica

Para o canal de maré, é necessário acrescentar ao sistema de sinalização náutica existente aproximadamente 20 pares de boias, totalizando 40 peças, a serem instaladas ao longo da extensão do canal alargado.

Obras marítimas

Para a Alternativa I, não é necessária nenhuma obra marítima para a expansão do canal existente.

Projetos de engenharia

Para a análise de custos, ainda deve ser considerado o desembolso com projetos de engenharia.

Custos ambientais e indiretos

Um percentual será aplicado para estimativa dos custos ambientais e indiretos.

3.3.5.2 Alternativa II – Obras para estabilização da restinga e criação de novo canal de acesso

Para a implantação da Alternativa II, obras marítimas são necessárias para a estabilização da restinga da Marambaia. Dessa forma, tal como na Alternativa I, as seguintes intervenções foram consideradas:

- a) dragagem de aprofundamento para o novo canal de maré;
- b) implantação de sinalização náutica;
- c) obras marítimas;
- d) projetos de engenharia;
- e) custos de licenciamento, programas e compensação ambiental;
- f) custos indiretos, como gerenciamento do empreendimento, seguros, omissos e contingência.

Dragagem de aprofundamento do novo canal

Em relação à quantidade estimada de volume para dragagem do novo canal, devem ser consideradas as seguintes dimensões:

- a) aprofundamento médio de 10 m no canal;
- b) dragagem ao longo de 9 milhas náuticas (ou 16.668 m);
- c) largura da dragagem de 200 m.

Com isso, considerando-se apenas os investimentos em dragagem para criação de um canal de acesso, tem-se um volume de dragagem de aproximadamente 33.336.000 de m³.

Implantação de sinalização náutica

Para o canal de maré (Alternativa II), é necessário acrescentar um sistema de sinalização náutica totalmente novo. Estimou-se a necessidade de instalação de 10 pares de boias, totalizando 20 peças.

Obras marítimas

Para o canal de maré da Alternativa II, ainda deve ser considerada a construção de obras marítimas para contenção da restinga, que serão estimadas para efeitos de cálculo do investimento previsto. A Alternativa I não requer implantação de nenhuma obra marítima.

Projetos de engenharia

Para a análise de custos, deve ser considerado, ainda, o desembolso com projetos de engenharia.

Custos ambientais e indiretos

Um percentual será aplicado para estimativa dos custos ambientais e indiretos.

3.3.5.3 Custos de investimento estimados para a implantação das alternativas

Para o cálculo do investimento nas alternativas para o alargamento do canal existente (Alternativa I) e para a criação do canal de maré (Alternativa II), os valores quantificados no tópico 3.3.5 foram comparados aos valores aplicados em outros empreendimentos equivalentes já executados, disponíveis em portais de transparência de órgãos do Governo Federal que acompanham obras portuárias.

O custo de dragagem do solo varia de R\$ 17,00/m³ a R\$ 40/m³. Logo, para efeitos do cálculo de valor de investimento, assumiu-se um valor médio de R\$ 25/m³ de dragagem.

Em ambos os canais, é necessário, também, contabilizar os valores para os custos do sistema de sinalização náutica. Assim, para cada par de boias instaladas, é considerado um custo de R\$ 100 mil (ou R\$ 50 mil para cada unidade instalada).

Simplificando a análise de custos, ainda haverá o desembolso com projetos de engenharia. No caso do canal principal, os valores considerados serão menores do que os utilizados no canal de maré, em função da complexidade das obras que serão realizadas para a estabilização da restinga da Marambaia.

Após a definição das intervenções necessárias à implantação da Alternativa I e da Alternativa II, foram determinados os valores dos investimentos para ambas, conforme dados da Tabela 12 e da Tabela 13.

Tabela 12 - Investimento estimado para implantação da Alternativa I

Item	Dimensões (m)			Total (m³)	Valor unitário (R\$/m³)	Valor total (R\$)
Dragagem	Larg.	Aprof.	Comp.			
	200	5	37.040	37.040.000	R\$ 25	R\$ 926.000.000
Sinalização náutica	Pares de boias (un)			Total (un)		
	20			40	R\$ 50.000	R\$ 2.000.000
Obras portuárias	Guias correntes, molhes de contenção e enrocamentos			Total (vb)	Total (un)	Total (un)
	Valor estimado			-	R\$ 0	R \$0
Projetos	Dragagem, sinalização e obras marítimas			Total (vb)	Total (un)	Total (un)
	Valor estimado			1	R\$ 500.000	R\$ 500.000
Custos ambientais	Licenciamento, programas e compensação ambiental			Total (vb)	Total (un)	Total (un)
	Valor estimado (2%)			1	R\$ 18.570.000	R\$ 18.570.000
Indiretos	Gerenciamento, seguros, omissos e contingência			Total (vb)	Total (un)	Total (un)
	Valor estimado (30%)			1	R\$ 284.121.000	R\$ 284.121.000
					Total	R\$ 1.231.191.000

Fonte: elaboração do autor (2020).

Tabela 13 - Investimento estimado para implantação da Alternativa II

Item	Dimensões (m)			Total (m³)	Valor unitário (R\$/m³)	Valor total (R\$)
Dragagem	Larg.	Aprof.	Comp.			
	200	10	16.668	33.336.000	R\$ 25	R\$ 833.400.000
Sinalização náutica	Pares de boias (un)			Total (un)	Total (un)	
	10			20	R\$ 50.000	R\$ 1.000.000
Obras portuárias	Guias correntes, molhes de contenção e enrocamentos			Total (vb)	Total (un)	Total (un)
	Valor estimado			1	R\$ 350.000.000	R\$ 350.000.000
Projetos	Dragagem, sinalização e obras marítimas			Total (vb)	Total (un)	Total (un)
	Valor estimado			1	R\$ 2.000.000	R\$ 2.000.000
Custos ambientais	Licenciamento, programas e compensação ambiental			Total (vb)	Total (un)	Total (un)
	Valor estimado (2%)			1	R\$ 23.728.000	R\$ 23.728.000
Indiretos	Gerenciamento, seguros, omissos e contingência			Total (vb)	Total (un)	Total (un)
	Valor estimado (30%)			1	R\$ 363.038.400	R\$ 363.038.400
Total						R\$ 1.573.166.400

Fonte: elaboração do autor (2020).

Assim, para a expansão do canal existente, considerando a dragagem e aprofundamento, bem como a readequação da sinalização náutica, foram estimados investimentos da ordem de R\$ 1,231 bilhão. No canal de maré, por sua vez, seriam

investidos, em valores arredondados, R\$ 834 milhões em dragagem e aproximadamente R\$ 350 milhões em obras portuárias (guias correntes, molhes de contenção e enrocamentos), necessárias para garantir a estabilidade da restinga, de forma a manter o canal de maré navegável e sem problemas estruturais. Todos os custos estimados fazem da Alternativa do canal de maré um investimento de aproximadamente R\$ 1,573 bilhão.

Logo, a estimativa de custo para a implantação do canal de maré é aproximadamente 30% mais onerosa que a duplicação do canal existente. Contudo, para a implantação de tais intervenções, tais números devem ser refinados em estudo detalhado de engenharia, sendo importante salientar que essas estimativas são meramente ilustrativas para a análise empreendida no âmbito deste estudo.

Ressalta-se, além disso, que, do ponto de vista de licenciamento ambiental, a duplicação do canal existente apresentaria um fator de dificuldade menor, quando comparada à da construção de um novo canal.

3.3.5.4 Análise de viabilidade dos investimentos

Como destacado anteriormente, todos os investimentos foram analisados a partir de uma projeção de incremento da demanda por manobras no canal de acesso aos terminais portuários da Baía de Sepetiba. Assim, para verificar a consistência dos investimentos, deve-se proceder à sua amortização pelo incremento nas quantidades e, conseqüentemente, nos valores arrecadados com tarifas cobradas por movimentação de cargas pelo canal.

Nessa perspectiva, foi elaborado um modelo simplificado para verificar a viabilidade econômico-financeira dos investimentos em ambos os canais estudados. A análise de viabilidade foi elaborada com base em parâmetros determinados, considerando-se os seguintes aspectos:

- a) o incremento projetado para a movimentação de minério seria de 68 milhões de ton/ano, com a taxa de crescimento anual de 7,5%;
- b) nesse incremento de movimentação de carga, foram considerados apenas os navios de minério, desprezando-se os navios de contêineres, carga geral,

produtos siderúrgicos, dentre outros, devido ao seu pequeno percentual, na comparação com o minério de ferro;

- c) a margem por navio de minério é em torno de U\$ 60/ton, com taxa de câmbio projetado a longo prazo de R\$ 4,80 e descontados custos operacionais de logística (80%) – determinado com uma simplificação para efeitos de modelagem deste trabalho – e de impostos (34%);
- d) sem a implantação de qualquer uma das alternativas estudadas, seja a duplicação do canal atual, seja o futuro canal de maré, embarcar esse volume de cargas será inviável, em função do alto custo de *demurrage*, decorrente da espera para a execução das manobras no canal;
- e) a obra para a implantação das alternativas tem cronograma de implantação estimado em 4 anos, considerando que neste período não haverá qualquer incremento no número de movimentações na baía; além disso, o cronograma do investimento considerou o desembolso de 10% doCAPEZ no ano 1 de obra, 40% no ano 2 e 25% nos anos 3 e 4;
- f) o *ramp-up* do incremento na movimentação inicia no ano 5 e atinge a capacidade de movimentação no ano 18;
- g) a projeção do modelo financeiro considerou um horizonte de 20 anos;
- h) o custo de oportunidade do investidor é de 15%;
- i) o modelo utilizou o método de fluxo de caixa descontado para determinação do Valor Presente Líquido (VPL), Taxa Interna de Retorno (TIR) e *Payback* descontado dos investimentos nas alternativas.

Determinadas essas condições, foram elaborados os modelos financeiros para verificação da viabilidade da Alternativa I e da Alternativa II, cujos resultados são apresentados, respectivamente, na Tabela 14 e na Tabela 15.

Tabela 14 - Modelagem financeira para a Alternativa I

VPL da Alternativa I	R\$ 2.664.601
TIR da Alternativa I	34,4%
<i>Payback</i> descontado	8 anos

Fonte: elaboração do autor (2020).

Tabela 15 - Modelagem financeira para a Alternativa II

VPL da Alternativa II	R\$ 2.368.126
TIR da Alternativa II	30,1%
<i>Payback</i> descontado	9 anos

Fonte: elaboração do autor (2020).

Assim, o modelo demonstra que, conforme as condições supostas para valores de investimento, taxas de crescimento, valor da tonelada de minério, custos operacionais estimados, ambas as alternativas são viáveis de serem implantadas e geram retorno ao investimento realizado.

O retorno se dá a um custo de oportunidade de 15% no ano 8 (4 anos de operação), para a Alternativa I, ou seja, para a expansão do canal existente. Para a Alternativa II, que diz respeito à estabilização do canal de maré, o retorno ao investimento com o mesmo custo de oportunidade de 15% ocorre no ano 9 (5 anos de operação).

Respectivamente, a Tabela 16 e a Tabela 17 apresentam os modelos financeiros simplificados elaborados para verificar a viabilidade de investimento na expansão do canal existente (Alternativa I) e na conformação do canal de maré (Alternativa II).

Tabela 16 - Modelo financeiro - Alternativa I

Estimativa de incremento na movimentação	68.000.000	[ton/ano]
Evolução anual do ramp-up	7,50%	[a.a.]
Margem média de minério	60,00	[USD/ton]
Taxa de câmbio	4,80	[BRL/USD]
Total Logistic Cost	80%	
IRPJ/CSLL	34%	

	16,32	78,34
Projeção de incremento na movimentação		[’000 ton]
Projeção de resultado líquido de abatimentos		[’000 BRL]

Custos ambientais	2,00%
Custos indiretos	30,00%
Custo de manutenção	5,00%
Custo de oportunidade do investidor	15,00% [a.a.]

Dragagem	926.000
Sinalização náutica	2.000
Obras portuárias	-
Projetos	500
Custos ambientais	18.570
Custos indiretos	284.121

ALTERNATIVA 11.231.191

FCx do Projeto-123.119-492.476-307.798-307.798132.322326.204520.085713.967907.8481.101.7301.295.6121.489.4931.683.3751.877.2562.071.1382.265.0202.458.9012.523.5282.523.5282.523.528

FCx Descontado-107.060-372.383-202.382-175.98465.787141.027195.519233.397258.067272.331278.483278.397273.595265.310254.531242.051228.496203.914177.317154.188

FCx Descontado Acumulado-107.060-479.443-681.825-857.809-792.022-650.995-455.476-222.07935.988308.319586.802865.1991.138.7951.404.1051.658.6361.900.6872.129.1832.333.0972.510.4132.664.601

Cálculo do Payback descontado11111111- - - - - - - - -

VPL da alternativa	2.664.601
TIR da alternativa	34,4%
Payback descontado	8 anos

Ano 1Ano 2Ano 3Ano 4Ano 5Ano 6Ano 7Ano 8Ano 9Ano 10Ano 11Ano 12Ano 13Ano 14Ano 15Ano 16Ano 17Ano 18Ano 19Ano 20

Ramp-up do incremento na movimentação																			
0%	0%	0%	0%	8%	15%	23%	30%	38%	45%	53%	60%	68%	75%	83%	90%	98%	100%	100%	100%

-	-	-	-	5.100	10.200	15.300	20.400	25.500	30.600	35.700	40.800	45.900	51.000	56.100	61.200	66.300	68.000	68.000	68.000
-	-	-	-	193.882	387.763	581.645	775.526	969.408	1.163.290	1.357.171	1.551.053	1.744.934	1.938.816	2.132.698	2.326.579	2.520.461	2.585.088	2.585.088	2.585.088

115.000	115.000	115.000	115.000	120.100	125.200	130.300	135.400	140.500	145.600	150.700	155.800	160.900	166.000	171.100	176.200	181.300	183.000	183.000	183.000
32.000,00 csn				4,4%	4,2%	4,1%	3,9%	3,8%	3,6%	3,5%	3,4%	3,3%	3,2%	3,1%	3,0%	2,9%	0,9%	0,0%	0,0%

18.000,00 sudeste																			
65.000,00 vale (historico)	30.000,00																		
115.000,00 ATUAL																			

Cronograma do investimento			
10%	40%	25%	25%

0,00

-92.600	-370.400	-231.500	-231.500
-200	-800	-500	-500
-	-	-	-
-50	-200	-125	-125
-1.857	-7.428	-4.643	-4.643
-28.412	-113.648	-71.030	-71.030

-61.560

-123.119-492.476-307.798-307.798132.322326.204520.085713.967907.8481.101.7301.295.6121.489.4931.683.3751.877.2562.071.1382.265.0202.458.9012.523.5282.523.5282.523.528

-107.060-372.383-202.382-175.98465.787141.027195.519233.397258.067272.331278.483278.397273.595265.310254.531242.051228.496203.914177.317154.188

-107.060-479.443-681.825-857.809-792.022-650.995-455.476-222.07935.988308.319586.802865.1991.138.7951.404.1051.658.6361.900.6872.129.1832.333.0972.510.4132.664.601

11111111- - - - - - - - -

Fonte: elaboração do autor (2020).

Tabela 17 - Modelo financeiro - Alternativa II

			Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Ano 6	Ano 7	Ano 8	Ano 9	Ano 10	Ano 11	Ano 12	Ano 13	Ano 14	Ano 15	Ano 16	Ano 17	Ano 18	Ano 19	Ano 20
Estimativa de incremento na movimentação	68.000.000	[ton/ano]																				
Evolução anual do ramp-up	7,50%	[a.a.]																				
Margem média de minério	60,00	[USD/ton]																				
Taxa de câmbio	4,80	[BRL/USD]																				
Total Logistic Cost	80%																					
IRPJ/CSLL	34%																					
			16,32	78,34																		
Projeção de incremento na movimentação		[’000 ton]	-	-	-	-	5.100	10.200	15.300	20.400	25.500	30.600	35.700	40.800	45.900	51.000	56.100	61.200	66.300	68.000	68.000	68.000
Projeção de resultado líquido de abatimentos		[’000 BRL]	-	-	-	-	193.882	387.763	581.645	775.526	969.408	1.163.290	1.357.171	1.551.053	1.744.934	1.938.816	2.132.698	2.326.579	2.520.461	2.585.088	2.585.088	2.585.088
			115.000	115.000	115.000	115.000	120.100	125.200	130.300	135.400	140.500	145.600	150.700	155.800	160.900	166.000	171.100	176.200	181.300	183.000	183.000	183.000
			32.000,00 csn					4,4%	4,2%	4,1%	3,9%	3,8%	3,6%	3,5%	3,4%	3,3%	3,2%	3,1%	3,0%	2,9%	0,9%	0,0%
			18.000,00 sudeste																			
			65.000,00 vale (historico)				30.000,00															CAGR
			115.000,00 ATUAL																			2,9%
																	</					

A partir das considerações apresentadas, justifica-se a hipótese de que investimentos de tal magnitude para a implantação de uma nova alternativa de acesso (seja expansão ou um novo canal) para o aumento da disponibilidade operacional ao crescente número de navios. Entretanto, os investimentos iniciais são de elevado custo (Capex) para construção do segundo canal, em face do crescimento gradativo do volume de navios e da carga a ser movimentada. Portanto, outras alternativas com vistas a ter um dispêndio de investimento menor poderiam ser avaliadas, tais como:

- a) **“side lanes” (via lateral de tráfego) para viabilizar o cruzamento de navios no segundo canal de forma simultânea:** para a implantação desta alternativa, estima-se o aprofundamento de 2 m, largura de 200 m e 13,5 milhas náuticas de comprimento;
- b) **Implementação de um canal dragado com configuração paralela ao canal atual, para trânsito de navios em lastro e profundidade de até 14 m:** estima-se um aprofundamento de 2 m, largura de 200 m e 20 milhas náuticas de comprimento, o que também simplificaria o processo de licenciamento.

4 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Este estudo buscou apresentar para as comunidades científica e marítima, autoridades intervenientes e sociedade a importância de se manter um acompanhamento estreito da região da Baía de Sepetiba, de tal forma que a atividade portuária possa continuar se desenvolvendo em sintonia com a preservação do meio ambiente e das atividades econômicas locais.

Mantendo o cenário atual de apenas um canal de acesso ao Porto de Itaguaí, uma das principais conclusões para o setor de exportação de minério seria um impacto negativo em suas receitas, uma vez que o aumento do volume de exportação geraria uma fila de navios que não conseguiria ser atendida de forma economicamente sustentável.

Com base no crescimento projetado do mercado e assumindo a premissa da duplicação do canal ou da existência de um novo canal, a pesquisa concluiu que a duplicação do canal atual é a solução mais viável para estabilizar o sistema, garantindo a manutenção da atividade econômica, mitigando os impactos socioambientais, a fim de permitir a navegação no interior da Baía de Sepetiba.

A partir disso, a dissertação abordou em seus objetivos específicos aspectos referentes a navegação, manutenção da estabilidade e questões logísticas do novo canal, demonstrando que serão necessárias obras de dragagem e implementação de um novo sistema de sinalização náutica. As profundidades necessárias para estabilizar o canal a partir do uso de técnicas de engenharia foram avaliadas, para permitir navios-tipo já existentes a navegação em seu interior.

Vários exemplos de obras portuárias foram apresentados, contribuindo para o início de uma discussão que precisa ser travada no caso do surgimento do canal de maré, muito embora esta opção não tenha apresentado viabilidade econômica favorável, conforme demonstrado no Capítulo 3. A alternativa para atender à demanda futura será a duplicação do canal de acesso atual, conforme demonstrado no estudo de viabilidade. Contudo, recomendam-se estudos futuros que analisem alternativas à duplicação do canal.

A primeira alternativa para escalonar o crescimento dos volumes movimentados nos terminais sem realizar a duplicação do canal já existente seria a criação de “*side lanes*” e a segunda, a dragagem de um canal paralelo com profundidade adequada para tráfego de navios em lastro.

As “*side lanes*” permitirão o cruzamento de embarcações a cada 2 milhas náuticas. Se esta alternativa for aplicada, a necessidade por dragagem em toda a extensão será reduzida em torno de 60%, reduzindo o investimento em obras portuárias em cerca de R\$ 251 milhões. Concernente à obra portuária de dragagem de um canal paralelo com profundidade de até 14 m, segunda solução proposta, o investimento requerido é de aproximadamente R\$ 373 milhões.

Dessa forma, o investimento em duplicar o canal atual ou estabilizar o canal de maré poderá ocorrer após estudo detalhado das duas sugestões propostas para atender ao crescimento da demanda de navios de forma gradual.

Para qualquer uma das possibilidades levantadas, o Porto de Itaguaí deveria desenvolver uma estrutura de *Vessel Traffic Management Information System*, de modo a otimizar a circulação dos navios no canal de acesso, aumentando a produtividade e, sobretudo, a segurança da navegação.

As contribuições futuras advindas deste trabalho podem considerar, principalmente, resoluções no âmbito regulatório no que tange à operação e manutenção do canal de acesso ao Complexo Portuário da Baía de Sepetiba.

REFERÊNCIAS

- ABEDNUR, L. O. G. et al. The Panama Canal vessel sequencing routine. In: CONGRESSO NACIONAL DE TRANSPORTES MARÍTIMOS, CONSTRUÇÃO NAVAL E OFFSHORE, 21., 2006, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Engenharia Naval, 2006.
- BASTOS, B. C.; BASSANI, C. A questão da expansão portuária como solução para o desenvolvimento econômico: o caso das dragagens e os impactos ambientais na Baía de Sepetiba. In: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 9., 2012, Resende. **Anais...** Resende, 2012.
- BOTTER, R. C. **Tratamento de dados em simulação discreta**. Tese (Livre-Docência) – Departamento de Engenharia Naval e Oceânica, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.
- BRUUN, P.; GERRITSEN, F. **Stability of coastal inlets**. Amsterdam: North-Holland, 1960.
- CARELLI, S. G. et al. Síntese da Evolução Geológica Cenozóica da Baía de Sepetiba e Restinga da Marambaia, Sul do Estado do Rio de Janeiro. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 13., Armação dos Búzios, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 2011.
- CHWIF, L.; MEDINA A. C. **Modelagem e simulação de eventos discretos**. 4. ed. Rio de Janeiro: Campus-Elsevier, 2014.
- CUNHA, C. L. N. et al. Hydrodynamics and water quality models applied to Sepetiba Bay. **Continental Shelf Research**, Southampton, v. 26, n. 16, p. 1940-1953, 2006.
- ESCOFFIER, F. F. The stability of tidal inlets. **Shore Beach**, v. 8, n. 4, p. 111-114, 1940.
- FITZGERALD, D.; BUYNEVICH, I.; HEIN, C. Morphodynamics and facies architecture of tidal inlets and tidal deltas. In: DAVIS JÚNIOR, R. A.; DALRYMPLE, R. W. (Eds.). **Principles of tidal sedimentology**. Springer, 2012.
- FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE. **Baía de Sepetiba** – rios da baixada da baía de Sepetiba: diagnóstico de qualidade de água e sedimento. Rio de Janeiro, 2006.
- INSTITUTO POLÍTICAS ALTERNATIVAS PARA O CONE SUL. **Baía de Sepetiba: fronteira do desenvolvimentismo e os limites para a construção de alternativas**. Rio de Janeiro, 2015.
- JARRET, J. T. **Tidal prism: inlet area relationships** – G.I.T.I. Report 3. U.S. Army Corps of Engineers: Fort Belvoir, 1976.
- JUNG, C. F. **Metodologia científica**. 2009. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/217599521/mdulo-mto-do-cientfico-pdf>>. Acesso em: 22 jul. 2019.

KELTON, W.; SADOWSKI, D. R. P.; SADOWSKI, D. A. **Simulation with Arena**. v. 3. New York: McGraw-Hill, 2002.

KRAUS, N. C. Inlet cross-sectional area calculated by process based model. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COASTAL ENGINEERING, 26., 1998, Copenhagen **Proceedings...** Disponível em: <<https://ascelibrary.org/doi/10.1061/9780784404119.248>>. Acesso em: 14 mar. 2019.

LE CONTE, L. J.; HARTS, W. W. Discussion of "Notes on the improvement of river and harbor outlets in The United States". **Transactions of the American Society of Civil Engineers**, v. 55, n. 2, p. 306-317, 1905.

MEISEL, F.; FAGERHOLT, K. Scheduling two-way ship traffic for the Kiel Canal: model, extensions and a matheuristic. **Computers & Operations Research**, v. 106, p. 119-132, 2019.

MENEZES, L. F. T. de. A descoberta da Marambaia. **O Eco**, dez. 2005. Entrevista a Andreia Fanzeres. Disponível em: <https://www.oeco.org.br/reportagens/1440-oeco_15077/>. Acesso em 25 out. 2019.

MOTA, D. O. et al. Physical objects on navigation channal simulation models. In: WINTER SIMULATION CONFERENCE, 2013, Washington. **Proceedings...** Washington, 2013. v. 1.

MOTA, D. O.; PEREIRA, N. N.; BOTTER, R. C. Impacto de políticas de gestão de canal de navegação. In: CONGRESO PANAMERICANO DE INGENIERÍA NAVAL, TRANSPORTE MARÍTIMO E INGENIERÍA PORTUARIA, 23., 2013, Isla Margarita. **Libro de ponencias y conferencias...** Isla Margarita, 2013.

NETTO, J. F. et al. Avaliação da capacidade do canal de acesso do porto de Santos por simulação de eventos discretos. In: CONGRESSO PAN-AMERICANO DE ENGENHARIA NAVAL, TRANSPORTE MARÍTIMO E ENGENHARIA, 22., 2011, Buenos Aires. **Anais...** Sociedade Brasileira de Engenharia Naval, Rio de Janeiro, 2011.

NETTO, J. F. **Modelo de simulação para dimensionamento da frota de contêineres movimentada por navios em rota dedicada**. Dissertação (Mestrado) – Engenharia de Sistemas Logísticos, Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

O'BRIEN, M. P. Estuary tidal prisms related to entrance areas. **Civil Engineering**, v. 1, n. 8, p. 738-739, 1931.

PIANC. **Report nº 121 - 2014, Harbour Approach Channels**: design guidelines. 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/263733599_PIANC_Report_No_121_-_2014_Harbour_Approach_Channels_-_Design_Guidelines>. Acesso em: 22 out. 2019.

PINHEIRO, L. **Análise hidrossedimentológica de eventual ruptura da Restinga da Marambaia, Baía de Sepetiba, RJ.** Tese (Doutorado em Engenharia Oceânica) – Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

PLANO MESTRE DO PORTO DE ITAGUAÍ. Universidade Federal de Santa Catarina: Florianópolis, 2014. Disponível em: <http://antigo.infraestrutura.gov.br/images/SNP/planejamento_portuario/planos_mestres/versao_completa/pm13.pdf>. Acesso em: 6 jun. 2019.

PRADO, D. S. **Usando o Arena em simulação.** Belo Horizonte: Desenvolvimento Gerencial, 1999.

RONCARATI, H.; MENEZES, L. F. T. Marambaia, Rio de Janeiro: origem e evolução. In: MENEZES, L. F. T.; PEIXOTO, A. L.; ARAUJO, D. S. D. (Orgs.). **História natural da Marambaia.** Seropédica: Editora da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2005. p. 67-120.

SILVA FILHO, L. C. R. da; MAGRINI, A. Desenvolvimento econômico-industrial e o impacto sobre a zona costeira: o caso Baía de Sepetiba, Rio De Janeiro/Brasil. **Revista Augustus**, v. 21, n. 42, p. 93-105, 2017.

VILLOTE, J. **Utilização de simulador matemático comparativamente ao analógico nos estudos de manobra portuária.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

GLOSSÁRIO

AUXÍLIO À NAVEGAÇÃO

Em sistemas de referência inercial, são dispositivos externos ao navio, destinados a auxiliar na determinação de sua posição e de seu rumo seguro ou a avisar sobre mudanças ou obstruções.

Em sistema de referência solidário ao navio, são instrumentos, dispositivos ou carta de navegação existentes a bordo de um navio, cuja finalidade é auxiliar em sua navegação.

Nota: no caso de canais, esses dispositivos incluem boias, balizas, luzes de alinhamento, luzes setoriais, refletores de radar, sinais virtuais etc.

AValiação DE IMPACTO NO AMBIENTE MARINHO

Método multidisciplinar de avaliação do efeito de uma mudança no ambiente marinho causada por canais, aterros, mudanças no tráfego marítimo etc.

CALADO AÉREO

Distância vertical medida da linha d'água do navio de projeto ao seu ponto mais alto.

CALADO ESTÁTICO

Calado do navio em repouso, sem influência de forças ambientais externas.

CALADO MÁXIMO OPERACIONAL

Também conhecido como calado máximo recomendado, é o calado máximo para o qual uma embarcação pode ser carregada em um dado conjunto de condições, mantendo folga suficiente abaixo da quilha para garantir passagem segura através de um canal de acesso, canais internos ou de aproximação, bacias de evolução e dos berços. Seu valor é determinado pela autoridade portuária, sob coordenação da autoridade marítima, consoante a Lei dos Portos.

CANAL DE ACESSO

Via navegável de acesso principal a uma área relativamente protegida em que se localizam instalações portuárias às quais se destinam as embarcações.

CANAL INTERNO

Via navegável dentro de uma área relativamente protegida que permite a aproximação às instalações portuárias, nas quais se realizam transferências de carga.

Nota: geralmente, tem início após o último par de boias do canal de acesso ou após a bacia de evolução.

CONDIÇÕES DE METEOROLOGIA E OCEANOGRAFIA

Condições ambientais decorrentes de ventos, ondas, correntes e marés.

DANO GRAVE AO MEIO AMBIENTE

Dano que produza grande efeito danoso ao meio ambiente, conforme avaliado pelo estado ou pelos estados afetados ou pelo Estado da bandeira.

DANO MATERIAL

Em relação a um acidente marítimo, é o dano que afete de maneira significativa a integridade estrutural, o desempenho ou as características operacionais da infraestrutura marítima ou de um navio; exija reparos de vulto ou a substituição de um ou mais componentes importantes ou provoque a destruição da infraestrutura marítima ou do navio.

EFEITOS DE MARGENS

Efeitos hidrodinâmicos causados pela proximidade de um navio a uma margem, os quais dependem de velocidade, distância, porte do navio, geometria da margem e razão de profundidade.

Nota 1: pressões assimétricas agindo sobre o navio de projeto podem fazer com que ele seja puxado na direção da margem ou dela seja afastado.

Nota 2: a razão de profundidade corresponde à proporção entre a profundidade e o calado do navio.

ENCALHE

Contato das obras vivas da embarcação com o fundo, provocando resistências externas que impedem a movimentação da embarcação.

ESTUDO DE VIABILIDADE

Estudo no qual diversas opções (às vezes, conflitantes) são comparadas entre si, visando a se obter uma solução de meio termo aceitável.

GESTÃO DE RISCOS

Atividades coordenadas para dirigir e controlar uma organização no que se refere aos riscos, conforme a ABNT NBR ISO 31000:2018.

INATIVIDADE

Período(s) no(s) qual(ais) não é possível utilizar o canal.

Nota: a inatividade pode ocorrer em decorrência da manutenção, acidentes, congestionamento, profundidade insuficiente (pela pouca altura da baixa-mar), ventos, ondas ou correntes excessivas para se navegar com segurança ou, ainda, outras condições meteorológicas oceânicas (visibilidade, gelo etc.).

INCIDENTE DE NAVEGAÇÃO

Acontecimento ou sequência de acontecimentos que não seja um acidente marítimo, que tenha ocorrido diretamente em relação à operação de um navio e que tenha colocado ou, se não for corrigido, possa colocar em perigo a segurança da embarcação, dos seus ocupantes, de qualquer pessoa ou do meio ambiente.

Nota: um incidente marítimo não inclui um ato ou uma omissão deliberada com a intenção de causar danos à segurança de um navio, de uma pessoa ou ao meio ambiente.

JANELA DE OPERACIONALIDADE DE CANAL

Período em que o canal está disponível para uso, geralmente em função da altura da maré e da visibilidade.

MARGEM DE MANOBRABILIDADE

Valor crítico da folga líquida abaixo da quilha ou largura do canal que permite que o navio seja controlado com segurança.

PROJETO CONCEITUAL

Projeto no qual são definidas, de forma isolada, as principais geometrias (largura, profundidade e alinhamento) de um acesso náutico relacionadas aos navios e ao meio ambiente.

PROJETO DETALHADO

Projeto em que as influências da largura, profundidade e alinhamento são analisadas em conjunto com a manobrabilidade do navio e o meio ambiente.

PROPRIETÁRIO DO RISCO

Pessoa ou entidade com responsabilidade e autoridade para gerenciar um risco, conforme a ABNT NBR ISO 31000:2018.

RAIO DE CURVA

Raio do centro da curva medido em relação à linha central do canal (não em relação às suas margens).

RISCO

Efeito da incerteza nos objetivos.

Nota 1: um efeito é um desvio em relação ao esperado (positivo e/ou negativo).

Nota 2: os objetivos podem ter diferentes aspectos (metas financeiras, de saúde, de segurança e ambientais) e podem ser aplicados em diferentes níveis (estratégico, em toda a organização, de projeto, de produto e de processo).

Nota 3: o risco é, muitas vezes, caracterizado pela referência aos eventos potenciais e às consequências ou por uma combinação destes.

Nota 4: o risco é, muitas vezes, expresso em termos de uma combinação de consequências de um evento (incluindo mudanças nas circunstâncias) e a probabilidade de ocorrência associada.

Nota 5: a incerteza é o estado, mesmo que parcial, da deficiência das informações relacionadas a um evento, sua compreensão, seu conhecimento, sua consequência ou sua probabilidade, conforme a ABNT NBR ISO 31000:2018.

TONELAGEM DE ARQUEAÇÃO BRUTA

Grandeza adimensional que indica o volume interno total do navio.

TONELAGEM DE PORTE BRUTO (*deadweight* – DWT)

Diferença entre o peso do navio com o máximo de carga autorizado e o peso do navio leve. Pode ser expressa em toneladas métricas, correspondendo ao peso da carga, passageiros e sua bagagem, combustível e lubrificantes, aguada e víveres.

VENTOS/CORRENTES PREVALECENTES

Ventos ou correntes que ocorrem normalmente, obtidos de registros de bancos de dados ambientais.

Nota: as correntes incluem fluxos de marés e correntes induzidas pelo vento.

VESSEL TRAFFIC SERVICE

Serviço de acompanhamento de tráfego de navios em um porto.

ANEXOS

QUESTIONÁRIO

ANÁLISE DA ALTERAÇÃO DO CANAL DE ACESSO AO COMPLEXO PORTUÁRIO DA BAIJA DE SEPETIBA

USP

OBJETIVO DA PESQUISA

O objetivo do plano de pesquisa é coletar informações técnicas e projeções estratégicas dos terminais do complexo portuário da Baía de Sepetiba, a fim de suportar a avaliação de viabilidade de alterações geométricas e locais do atual canal de acesso ao Porto de Itaguaí

CARACTERÍSTICAS E PERFORMANCE DO TERMINAL

Nome do terminal

PORTO SUDESTE DO BRASIL

Quantidade de pier(es) - nº

1

Quantidade de berço(s) de atracação - nº

2

Qual a frequência de utilização histórica de áreas de fundo de - %

1,4%

Existe operação simultânea nos berços?

SIM

Calado médio Restitutos dos navios no pier - m

20

Tempo de operação no terminal (atracação até destinação) - h

36:21:00

LOGÍSTICA PORTUÁRIA

Qual o volume será movimentado em 2019? - nº / - ton

Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?

MINÉRIO DE FERRO

Volume:

18.000.000

CAPESIZE

% de exp. / imp.

90%

Volume:

PANAMAX

% de exp. / imp.

5%

Volume:

% de exp. / imp.

caso a movimentação seja container, favor inserir o número de navios no ano

Qual o volume será movimentado em 2020? - nº / - ton

Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?

MINÉRIO DE FERRO

Volume:

20.000.000

CAPESIZE

% de exp. / imp.

88%

Volume:

PANAMAX

% de exp. / imp.

2%

Volume:

OZMAX

% de exp. / imp.

10%

caso a movimentação seja container, favor inserir o número de navios no ano

Qual o volume será movimentado em 2021? - nº / - ton

Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?

MINÉRIO DE FERRO

Volume:

22.000.000

CAPESIZE

% de exp. / imp.

90%

Volume:

OZMAX

% de exp. / imp.

10%

Volume:

% de exp. / imp.

caso a movimentação seja container, favor inserir o número de navios no ano

Qual o volume será movimentado em 2022? - nº / - ton

Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?

MINÉRIO DE FERRO

Volume:

35.000.000

CAPESIZE

% de exp. / imp.

90%

Volume:

OZMAX

% de exp. / imp.

10%

Volume:

% de exp. / imp.

caso a movimentação seja container, favor inserir o número de navios no ano

Qual o volume será movimentado em 2023? - nº / - ton

Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?

MINÉRIO DE FERRO

Volume:

50.000.000

CAPESIZE

% de exp. / imp.

90%

Volume:

OZMAX

% de exp. / imp.

10%

Volume:

% de exp. / imp.

caso a movimentação seja container, favor inserir o número de navios no ano

QUESTIONÁRIO

ANÁLISE DA ALTERAÇÃO DO CANAL DE ACESSO AO COMPLEXO PORTUÁRIO DA BAIJA DE SEPETIBA

OBJETIVO DA PESQUISA

O objetivo do plano de pesquisa é coletar informações técnicas e projeções estratégicas dos terminais do complexo portuário da Baía de Sepetiba, a fim de suportar a avaliação de viabilidade de alterações geométricas e locais do atual canal de acesso ao Porto de Itaguaí

CARACTERÍSTICAS E PERFORMANCE DO TERMINAL

Nome do terminal

CPBS MINÉRIO

Quantidade de pier(es) - n°

1

Quantidade de berço(s) de atracação - n°

1

Qual a frequência de utilização histórica de áreas de fundeio - %

Existe operação simultânea nos berços?

NÃO

Calado médio Restitutos dos navios no pier - m

20

Tempo de operação no terminal (atracação até destracação) - h

LOGÍSTICA PORTUÁRIA

Qual o volume será movimentado em 2019? - n° / - ton

MINÉRIO DE FERRO

Volume: 25.000.000

Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?

CAPEXSIZE

% de exp. / imp. 90%

PANAMAX

% de exp. / imp. 5%

% de exp. / imp.

caso a movimentação seja container, favor inserir o número de navios no ano

Qual o volume será movimentado em 2020? - n° / - ton

MINÉRIO DE FERRO

Volume: 25.000.000

Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?

CAPEXSIZE

% de exp. / imp. 98%

OZMAX

% de exp. / imp. 2%

% de exp. / imp.

caso a movimentação seja container, favor inserir o número de navios no ano

Qual o volume será movimentado em 2021? - n° / - ton

MINÉRIO DE FERRO

Volume: 25.000.000

Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?

CAPEXSIZE

% de exp. / imp. 90%

OZMAX

% de exp. / imp. 10%

% de exp. / imp.

caso a movimentação seja container, favor inserir o número de navios no ano

Qual o volume será movimentado em 2022? - n° / - ton

MINÉRIO DE FERRO

Volume: 25.000.000

Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?

CAPEXSIZE

% de exp. / imp. 90%

OZMAX

% de exp. / imp. 10%

% de exp. / imp.

caso a movimentação seja container, favor inserir o número de navios no ano

Qual o volume será movimentado em 2023? - n° / - ton

MINÉRIO DE FERRO

Volume: 25.000.000

Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?

CAPEXSIZE

% de exp. / imp. 90%

OZMAX

% de exp. / imp. 10%

% de exp. / imp.

caso a movimentação seja container, favor inserir o número de navios no ano

QUESTIONÁRIO

ANÁLISE DA ALTERAÇÃO DO CANAL DE ACESSO AO COMPLEXO PORTUÁRIO DA BAIJA DE SEPETIBA

OBJETIVO DA PESQUISA

O objetivo do plano de pesquisa é coletar informações técnicas e projeções estratégicas dos terminais do complexo portuário da Baía de Sepetiba, a fim de suportar a avaliação de viabilidade de alterações geométricas e locais do atual canal de acesso ao Porto de Itaguaí

CARACTERÍSTICAS E PERFORMANCE DO TERMINAL

Nome do terminal

TIG

Quantidade de pier(es) - n°

1

Quantidade de berço(s) de atracação - n°

2

Qual a frequência de utilização histórica de áreas de fundeio - %

Existe operação simultânea nos berços?

NÃO

Calado médio Restitutos dos navios no pier - m

20

Tempo de operação no terminal (atracação até destracação) - h

LOGÍSTICA PORTUÁRIA

Qual o volume será movimentado em 2019? - n° / - ton

MINÉRIO DE FERRO

Volume: 50.000.000

Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?

OZMAX

% de exp. / imp.

100%

Volume:

% de exp. / imp.

Volume:

% de exp. / imp.

caso a movimentação seja container, favor inserir o número de navios no ano

Qual o volume será movimentado em 2020? - n° / - ton

MINÉRIO DE FERRO

Volume: 50.000.000

Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?

OZMAX

% de exp. / imp.

100%

Volume:

% de exp. / imp.

Volume:

% de exp. / imp.

caso a movimentação seja container, favor inserir o número de navios no ano

Qual o volume será movimentado em 2021? - n° / - ton

MINÉRIO DE FERRO

Volume: 50.000.000

Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?

OZMAX

% de exp. / imp.

100%

Volume:

% de exp. / imp.

Volume:

% de exp. / imp.

caso a movimentação seja container, favor inserir o número de navios no ano

Qual o volume será movimentado em 2022? - n° / - ton

MINÉRIO DE FERRO

Volume: 50.000.000

Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?

OZMAX

% de exp. / imp.

100%

Volume:

% de exp. / imp.

Volume:

% de exp. / imp.

caso a movimentação seja container, favor inserir o número de navios no ano

Qual o volume será movimentado em 2023? - n° / - ton

MINÉRIO DE FERRO

Volume: 50.000.000

Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?

OZMAX

% de exp. / imp.

100%

Volume:

% de exp. / imp.

Volume:

% de exp. / imp.

caso a movimentação seja container, favor inserir o número de navios no ano

QUESTIONÁRIO

ANÁLISE DA ALTERAÇÃO DO CANAL DE ACESSO AO COMPLEXO PORTUÁRIO DA BAIJA DE SEPETIBA

OBJETIVO DA PESQUISA

O objetivo do plano de pesquisa é coletar informações técnicas e projeções estratégicas dos terminais do complexo portuário da Baía de Sepetiba, a fim de suportar a avaliação de viabilidade de alterações geométricas e locais do atual canal de acesso ao Porto de Itaguaí

CARACTERÍSTICAS E PERFORMANCE DO TERMINAL

Nome do terminal

CSN MINÉRIO

Quantidade de pier(es) - n°

1

Quantidade de berço(s) de atracação - n°

1

Qual a frequência de utilização histórica de áreas de fundeio - %

Existe operação simultânea nos berços?

NÃO

Calado médio Restitutos dos navios no pier - m

20

Tempo de operação no terminal (atracação até destracação) - h

LOGÍSTICA PORTUÁRIA

Qual o volume será movimentado em 2019? - n° / - ton

MINÉRIO DE FERRO

Volume: 250.000

Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?

CAPEXSIZE

% de exp. / imp. 90%

Volume:

PANAMAX

% de exp. / imp. 5%

Volume:

% de exp. / imp.

caso a movimentação seja container, favor inserir o número de navios no ano

Qual o volume será movimentado em 2020? - n° / - ton

MINÉRIO DE FERRO

Volume: 30.000.000

Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?

CAPEXSIZE

% de exp. / imp. 98%

Volume:

OZMAX

% de exp. / imp. 2%

Volume:

% de exp. / imp.

caso a movimentação seja container, favor inserir o número de navios no ano

Qual o volume será movimentado em 2021? - n° / - ton

MINÉRIO DE FERRO

Volume: 40.000.000

Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?

CAPEXSIZE

% de exp. / imp. 90%

Volume:

OZMAX

% de exp. / imp. 10%

Volume:

% de exp. / imp.

caso a movimentação seja container, favor inserir o número de navios no ano

Qual o volume será movimentado em 2022? - n° / - ton

MINÉRIO DE FERRO

Volume: 50.000.000

Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?

CAPEXSIZE

% de exp. / imp. 90%

Volume:

OZMAX

% de exp. / imp. 10%

Volume:

% de exp. / imp.

caso a movimentação seja container, favor inserir o número de navios no ano

Qual o volume será movimentado em 2023? - n° / - ton

MINÉRIO DE FERRO

Volume: 60.000.000

Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?

CAPEXSIZE

% de exp. / imp. 90%

Volume:

OZMAX

% de exp. / imp. 10%

Volume:

% de exp. / imp.

caso a movimentação seja container, favor inserir o número de navios no ano

QUESTIONÁRIO ANÁLISE DA ALTERAÇÃO DO CANAL DE ACESSO AO COMPLEXO PORTUÁRIO DA BAIJA DE SEPETIBA					
OBJETIVO DA PESQUISA					
O objetivo do plano de pesquisa é coletar informações técnicas e projeções estratégicas dos terminais do complexo portuário da Baía de Sepetiba, a fim de suportar a avaliação de viabilidade de alterações geométricas e locais do atual canal de acesso ao Porto de Itaguaí					
CARACTERÍSTICAS E PERFORMANCE DO TERMINAL					
Nome do terminal <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">CSN CARVÃO</div>					
Quantidade de pier(es) - n° <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">1</div>	Quantidade de berço(s) de atracação - n° <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">1</div>				
Qual a frequência de utilização histórica de áreas de fundeio - % <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div>	Existe operação simultânea nos berços? <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">NÃO</div>				
Calado médio Restitutos dos navios no pier - m <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">20</div>	Tempo de operação no terminal (atracação até destracação) - h <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div>				
LOGÍSTICA PORTUÁRIA					
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <th style="width: 50%;">Qual o volume será movimentado em 2019? - n° / - ton</th> <th style="width: 50%;">Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?</th> </tr> <tr> <td> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 40%;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">CARVÃO</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> <div style="width: 10%;"> Volume: </div> <div style="width: 40%; text-align: right;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">4.000.000</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> </div> </td> <td> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 40%;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">PANAMAX</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> <div style="width: 10%;"> % de exp. / imp. </div> <div style="width: 40%; text-align: right;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">100%</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> </div> </td> </tr> </table>		Qual o volume será movimentado em 2019? - n° / - ton	Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 40%;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">CARVÃO</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> <div style="width: 10%;"> Volume: </div> <div style="width: 40%; text-align: right;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">4.000.000</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 40%;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">PANAMAX</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> <div style="width: 10%;"> % de exp. / imp. </div> <div style="width: 40%; text-align: right;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">100%</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> </div>
Qual o volume será movimentado em 2019? - n° / - ton	Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?				
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 40%;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">CARVÃO</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> <div style="width: 10%;"> Volume: </div> <div style="width: 40%; text-align: right;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">4.000.000</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 40%;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">PANAMAX</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> <div style="width: 10%;"> % de exp. / imp. </div> <div style="width: 40%; text-align: right;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">100%</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> </div>				
caso a movimentação seja container, favor inserir o número de navios no ano					
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <th style="width: 50%;">Qual o volume será movimentado em 2020? - n° / - ton</th> <th style="width: 50%;">Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?</th> </tr> <tr> <td> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 40%;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">CARVÃO</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> <div style="width: 10%;"> Volume: </div> <div style="width: 40%; text-align: right;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">4.000.000</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> </div> </td> <td> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 40%;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">PANAMAX</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> <div style="width: 10%;"> % de exp. / imp. </div> <div style="width: 40%; text-align: right;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">100%</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> </div> </td> </tr> </table>		Qual o volume será movimentado em 2020? - n° / - ton	Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 40%;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">CARVÃO</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> <div style="width: 10%;"> Volume: </div> <div style="width: 40%; text-align: right;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">4.000.000</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 40%;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">PANAMAX</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> <div style="width: 10%;"> % de exp. / imp. </div> <div style="width: 40%; text-align: right;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">100%</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> </div>
Qual o volume será movimentado em 2020? - n° / - ton	Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?				
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 40%;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">CARVÃO</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> <div style="width: 10%;"> Volume: </div> <div style="width: 40%; text-align: right;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">4.000.000</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 40%;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">PANAMAX</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> <div style="width: 10%;"> % de exp. / imp. </div> <div style="width: 40%; text-align: right;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">100%</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> </div>				
caso a movimentação seja container, favor inserir o número de navios no ano					
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <th style="width: 50%;">Qual o volume será movimentado em 2021? - n° / - ton</th> <th style="width: 50%;">Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?</th> </tr> <tr> <td> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 40%;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">CARVÃO</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> <div style="width: 10%;"> Volume: </div> <div style="width: 40%; text-align: right;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">4.000.000</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> </div> </td> <td> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 40%;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">PANAMAX</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> <div style="width: 10%;"> % de exp. / imp. </div> <div style="width: 40%; text-align: right;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">100%</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> </div> </td> </tr> </table>		Qual o volume será movimentado em 2021? - n° / - ton	Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 40%;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">CARVÃO</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> <div style="width: 10%;"> Volume: </div> <div style="width: 40%; text-align: right;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">4.000.000</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 40%;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">PANAMAX</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> <div style="width: 10%;"> % de exp. / imp. </div> <div style="width: 40%; text-align: right;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">100%</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> </div>
Qual o volume será movimentado em 2021? - n° / - ton	Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?				
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 40%;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">CARVÃO</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> <div style="width: 10%;"> Volume: </div> <div style="width: 40%; text-align: right;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">4.000.000</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 40%;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">PANAMAX</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> <div style="width: 10%;"> % de exp. / imp. </div> <div style="width: 40%; text-align: right;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">100%</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> </div>				
caso a movimentação seja container, favor inserir o número de navios no ano					
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <th style="width: 50%;">Qual o volume será movimentado em 2022? - n° / - ton</th> <th style="width: 50%;">Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?</th> </tr> <tr> <td> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 40%;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">CARVÃO</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> <div style="width: 10%;"> Volume: </div> <div style="width: 40%; text-align: right;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">4.000.000</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> </div> </td> <td> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 40%;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">PANAMAX</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> <div style="width: 10%;"> % de exp. / imp. </div> <div style="width: 40%; text-align: right;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">100%</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> </div> </td> </tr> </table>		Qual o volume será movimentado em 2022? - n° / - ton	Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 40%;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">CARVÃO</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> <div style="width: 10%;"> Volume: </div> <div style="width: 40%; text-align: right;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">4.000.000</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 40%;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">PANAMAX</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> <div style="width: 10%;"> % de exp. / imp. </div> <div style="width: 40%; text-align: right;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">100%</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> </div>
Qual o volume será movimentado em 2022? - n° / - ton	Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?				
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 40%;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">CARVÃO</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> <div style="width: 10%;"> Volume: </div> <div style="width: 40%; text-align: right;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">4.000.000</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 40%;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">PANAMAX</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> <div style="width: 10%;"> % de exp. / imp. </div> <div style="width: 40%; text-align: right;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">100%</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> </div>				
caso a movimentação seja container, favor inserir o número de navios no ano					
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <th style="width: 50%;">Qual o volume será movimentado em 2023? - n° / - ton</th> <th style="width: 50%;">Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?</th> </tr> <tr> <td> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 40%;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">CARVÃO</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> <div style="width: 10%;"> Volume: </div> <div style="width: 40%; text-align: right;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">4.000.000</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> </div> </td> <td> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 40%;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">PANAMAX</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> <div style="width: 10%;"> % de exp. / imp. </div> <div style="width: 40%; text-align: right;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">100%</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> </div> </td> </tr> </table>		Qual o volume será movimentado em 2023? - n° / - ton	Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 40%;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">CARVÃO</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> <div style="width: 10%;"> Volume: </div> <div style="width: 40%; text-align: right;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">4.000.000</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 40%;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">PANAMAX</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> <div style="width: 10%;"> % de exp. / imp. </div> <div style="width: 40%; text-align: right;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">100%</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> </div>
Qual o volume será movimentado em 2023? - n° / - ton	Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?				
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 40%;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">CARVÃO</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> <div style="width: 10%;"> Volume: </div> <div style="width: 40%; text-align: right;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">4.000.000</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> </div>	<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 40%;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">PANAMAX</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> <div style="width: 10%;"> % de exp. / imp. </div> <div style="width: 40%; text-align: right;"> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;">100%</div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px; width: 100%;"></div> </div> </div>				
caso a movimentação seja container, favor inserir o número de navios no ano

QUESTIONÁRIO

ANÁLISE DA ALTERAÇÃO DO CANAL DE ACESSO AO COMPLEXO PORTUÁRIO DA BAIJA DE SEPETIBA

OBJETIVO DA PESQUISA

O objetivo do plano de pesquisa é coletar informações técnicas e projeções estratégicas dos terminais do complexo portuário da Baía de Sepetiba, a fim de suportar a avaliação de viabilidade de alterações geométricas e locais do atual canal de acesso ao Porto de Itaguaí

CARACTERÍSTICAS E PERFORMANCE DO TERMINAL

Nome do terminal

SEPETIBA TECON CONTAINER

Quantidade de pier(es) - n°

1

Quantidade de berço(s) de atracação - n°

2

Qual a frequência de utilização histórica de áreas de fundo - %

Existe operação simultânea nos berços?

SIM

Calado médio Restitutos dos navios no pier - m

15

Tempo de operação no terminal (atracação até destracção) - h

LOGÍSTICA PORTUÁRIA

Qual o volume será movimentado em 2019? - n° / - ton

CONTAINER

Volume: 400.000

Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?

CONTAINER

% de exp. / imp. 100%

Volume:

% de exp. / imp.

Volume:

% de exp. / imp.

caso a movimentação seja container, favor inserir o número de navios no ano

Qual o volume será movimentado em 2020? - n° / - ton

CONTAINER

Volume: 500.000

Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?

CONTAINER

% de exp. / imp. 100%

Volume:

% de exp. / imp.

Volume:

% de exp. / imp.

caso a movimentação seja container, favor inserir o número de navios no ano

Qual o volume será movimentado em 2021? - n° / - ton

CONTAINER

Volume: 700.000

Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?

CONTAINER

% de exp. / imp. 100%

Volume:

% de exp. / imp.

Volume:

% de exp. / imp.

caso a movimentação seja container, favor inserir o número de navios no ano

Qual o volume será movimentado em 2022? - n° / - ton

CONTAINER

Volume: 800.000

Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?

CONTAINER

% de exp. / imp. 100%

Volume:

% de exp. / imp.

Volume:

% de exp. / imp.

caso a movimentação seja container, favor inserir o número de navios no ano

Qual o volume será movimentado em 2023? - n° / - ton

CONTAINER

Volume: 1.000.000

Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?

CONTAINER

% de exp. / imp. 100%

Volume:

% de exp. / imp.

Volume:

% de exp. / imp.

caso a movimentação seja container, favor inserir o número de navios no ano

QUESTIONÁRIO ANÁLISE DA ALTERAÇÃO DO CANAL DE ACESSO AO COMPLEXO PORTUÁRIO DA BAIJA DE SEPETIBA			
OBJETIVO DA PESQUISA			
O objetivo do plano de pesquisa é coletar informações técnicas e projeções estratégicas dos terminais do complexo portuário da Baía de Sepetiba, a fim de suportar a avaliação de viabilidade de alterações geométricas e locais do atual canal de acesso ao Porto de Itaguaí			
CARACTERÍSTICAS E PERFORMANCE DO TERMINAL			
Nome do terminal			
SEPETIBA TECON CARGA GERAL			
Quantidade de pier(es) - n°		Quantidade de berço(s) de atracação - n°	
1		1	
Qual a frequência de utilização histórica de áreas de fundeio - %		Existe operação simultânea nos berços?	
		NÃO	
Calado médio Restritivos dos navios no pier - m		Tempo de operação no terminal (atracação até destracção) - h	
15			
LOGÍSTICA PORTUÁRIA			
Qual o volume será movimentado em 2019? - n° / - ton		Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?	
CARGA GERAL	Volume: 1.200.000	PANAMAX	% de exp. / imp. 100%
	Volume: 		% de exp. / imp.
	Volume: 		% de exp. / imp.
caso a movimentação seja container, favor inserir o número de navios no ano			
Qual o volume será movimentado em 2020? - n° / - ton		Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?	
CARGA GERAL	Volume: 1.400.000	PANAMAX	% de exp. / imp. 100%
	Volume: 		% de exp. / imp.
	Volume: 		% de exp. / imp.
caso a movimentação seja container, favor inserir o número de navios no ano			
Qual o volume será movimentado em 2021? - n° / - ton		Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?	
CARGA GERAL	Volume: 1.600.000	PANAMAX	% de exp. / imp. 100%
	Volume: 		% de exp. / imp.
	Volume: 		% de exp. / imp.
caso a movimentação seja container, favor inserir o número de navios no ano			
Qual o volume será movimentado em 2022? - n° / - ton		Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?	
CARGA GERAL	Volume: 1.800.000	PANAMAX	% de exp. / imp. 100%
	Volume: 		% de exp. / imp.
	Volume: 		% de exp. / imp.
caso a movimentação seja container, favor inserir o número de navios no ano			
Qual o volume será movimentado em 2023? - n° / - ton		Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?	
CARGA GERAL	Volume: 2.000.000	PANAMAX	% de exp. / imp. 100%
	Volume: 		% de exp. / imp.
	Volume: 		% de exp. / imp.
caso a movimentação seja container, favor inserir o número de navios no ano

QUESTIONÁRIO

ANÁLISE DA ALTERAÇÃO DO CANAL DE ACESSO AO COMPLEXO PORTUÁRIO DA BAIÁ DE SEPETIBA

OBJETIVO DA PESQUISA

O objetivo do plano de pesquisa é coletar informações técnicas e projeções estratégicas dos terminais do complexo portuário da Baía de Sepetiba, a fim de suportar a avaliação de viabilidade de alterações geométricas e locais do atual canal de acesso ao Porto de Itaguaí

CARACTERÍSTICAS E PERFORMANCE DO TERMINAL

Nome do terminal

TERNIUM CARVÃO

Quantidade de pier(es) - n°

1

Quantidade de berço(s) de atracação - n°

1

Qual a frequência de utilização histórica de áreas de fundeio - %

Existe operação simultânea nos berços?

NÃO

Calado médio Restitutos dos navios no pier - m

20

Tempo de operação no terminal (atracação até destracção) - h

LOGÍSTICA PORTUÁRIA

Qual o volume será movimentado em 2019? - n° / - ton

CARVÃO

Volume: 4.000.000

Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?

PANAMAX

% de exp. / imp.

100%

Volume:

% de exp. / imp.

Volume:

% de exp. / imp.

caso a movimentação seja container, favor inserir o número de navios no ano

Qual o volume será movimentado em 2020? - n° / - ton

CARVÃO

Volume: 4.000.000

Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?

PANAMAX

% de exp. / imp.

100%

Volume:

% de exp. / imp.

Volume:

% de exp. / imp.

caso a movimentação seja container, favor inserir o número de navios no ano

Qual o volume será movimentado em 2021? - n° / - ton

CARVÃO

Volume: 4.000.000

Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?

PANAMAX

% de exp. / imp.

100%

Volume:

% de exp. / imp.

Volume:

% de exp. / imp.

caso a movimentação seja container, favor inserir o número de navios no ano

Qual o volume será movimentado em 2022? - n° / - ton

CARVÃO

Volume: 4.000.000

Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?

PANAMAX

% de exp. / imp.

100%

Volume:

% de exp. / imp.

Volume:

% de exp. / imp.

caso a movimentação seja container, favor inserir o número de navios no ano

Qual o volume será movimentado em 2023? - n° / - ton

CARVÃO

Volume: 4.000.000

Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?

PANAMAX

% de exp. / imp.

100%

Volume:

% de exp. / imp.

Volume:

% de exp. / imp.

caso a movimentação seja container, favor inserir o número de navios no ano

QUESTIONÁRIO

ANÁLISE DA ALTERAÇÃO DO CANAL DE ACESSO AO COMPLEXO PORTUÁRIO DA BAIJA DE SEPETIBA

OBJETIVO DA PESQUISA

O objetivo do plano de pesquisa é coletar informações técnicas e projeções estratégicas dos terminais do complexo portuário da Baía de Sepetiba, a fim de suportar a avaliação de viabilidade de alterações geométricas e locais do atual canal de acesso ao Porto de Itaguaí

CARACTERÍSTICAS E PERFORMANCE DO TERMINAL

Nome do terminal

TERNIUM SIDERÚRGICO

Quantidade de pier(es) - n°

1

Quantidade de berço(s) de atracação - n°

1

Qual a frequência de utilização histórica de áreas de fundeio - %

Existe operação simultânea nos berços?

NÃO

Calado médio Restitutos dos navios no pier - m

15

Tempo de operação no terminal (atracação até destracção) - h

LOGÍSTICA PORTUÁRIA

Qual o volume será movimentado em 2019? - n° / - ton

CARGA GERAL

Volume: 5.000.000

Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?

PANAMAX

% de exp. / imp.

100%

Volume:

% de exp. / imp.

Volume:

% de exp. / imp.

caso a movimentação seja container, favor inserir o número de navios no ano

Qual o volume será movimentado em 2020? - n° / - ton

CARGA GERAL

Volume: 5.000.000

Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?

PANAMAX

% de exp. / imp.

100%

Volume:

% de exp. / imp.

Volume:

% de exp. / imp.

caso a movimentação seja container, favor inserir o número de navios no ano

Qual o volume será movimentado em 2021? - n° / - ton

CARGA GERAL

Volume: 5.000.000

Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?

PANAMAX

% de exp. / imp.

100%

Volume:

% de exp. / imp.

Volume:

% de exp. / imp.

caso a movimentação seja container, favor inserir o número de navios no ano

Qual o volume será movimentado em 2022? - n° / - ton

CARGA GERAL

Volume: 5.000.000

Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?

PANAMAX

% de exp. / imp.

100%

Volume:

% de exp. / imp.

Volume:

% de exp. / imp.

caso a movimentação seja container, favor inserir o número de navios no ano

Qual o volume será movimentado em 2023? - n° / - ton

CARGA GERAL

Volume: 5.000.000

Qual é o perfil de frota de navios que atendem o terminal?

PANAMAX

% de exp. / imp.

100%

Volume:

% de exp. / imp.

Volume:

% de exp. / imp.

caso a movimentação seja container, favor inserir o número de navios no ano