

DIEGO GAZOLLI YANEZ
FABRIZIO SOLLITO MARCHETTI
RODRIGO CARLI DE CARLOS

AMPLIAÇÃO DO GABARITO VERTICAL DA PONTE PÊNSIL DE SÃO
VICENTÉ: ESTUDO DE PONTENCIAL HIDROVIÁRIO DO ESTUÁRIO
VICENTINO

São Paulo
2010

DIEGO GAZOLLI YANEZ
FABRIZIO SOLLITO MARCHETTI
RODRIGO CARLI DE CARLOS

AMPLIAÇÃO DO GABARITO VERTICAL DA PONTE PÊNSIL DE SÃO
VICENTÉ: ESTUDO DE PONTENCIAL HIDROVIÁRIO DO ESTUÁRIO
VICENTINO

Trabalho de Formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo para a obtenção do título de
Engenheiro Civil

Área de Concentração:
Engenharia Civil

Orientador: Prof. Dr. Paolo Alfredini

São Paulo
2010

AGRADECIMENTOS

Ao professor Paolo Alfredini, pela orientação, atenção e pelo constante estímulo transmitido durante todo o trabalho.

Aos demais membros da banca examinadora.

Ao professor Fernando Rebouças Stucchi por nos receber em seu escritório, suas idéias e orientações para o desenvolvimento deste trabalho

Ao Departamento de Estradas de Rodagem de São Paulo (DER-SP) e ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) pelas visitas concedidas e pelo material disponibilizado para a realização deste trabalho.

A colega Amanda Aldavis Parlamento pela colaboração nas pesquisas e coleta de informações.

Aos demais professores e profissionais que direta ou indiretamente colaboraram para a realização deste trabalho.

RESUMO

O trabalho tem por objetivo estudar o potencial hidroviário do estuário vicentino, a partir do alteamento da Ponte Pênsil, obstáculo fixo à navegação interna.

Para tanto, foram feitas pesquisas bibliográficas a fim de definir a navegabilidade da região e as diversas atividades que poderiam se desenvolver no estuário.

Em seguida, são determinadas as alternativas estruturais para acréscimo do gabarito vertical da ponte, sem comprometer sua imagem e arquitetura atuais, tombadas como patrimônio histórico. Também, são detalhados arranjos portuários hipotéticos de exploração plena do potencial hidroviário, canais de acesso, dragagens e aterros necessários.

Por fim, foram discutidas as interferências sociais do projeto, na geração de empregos e arrecadação de impostos ao município. Também é discutida a preservação e manutenção do patrimônio histórico e ecológico presentes no estuário vicentino.

Além da viabilidade técnica do alteamento da ponte, conclui-se que esta interferência pode ser benéfica para o desenvolvimento da população local, e até mesmo para o monitoramento e gestão da qualidade das águas, propiciado pela navegação recreativa.

Palavras-chave: Engenharia Civil. Engenharia Portuária. Transporte Hidroviário. Ponte Pênsil.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.1 - Porto de Santos, o maior do Brasil.....	12
Figura 1.2 - Indústria Siderúrgica em Cubatão.....	12
Figura 1.3 - "Ponte Pênsil" - Benedito Calixto, 1914	13
Figura 1.4 - Interferências à navegação nos estuários de Santos e São Vicente	14
Figura 1.5 - Ponte da Rodovia Anchieta vista da Ponte da Estrada Velha.....	15
Figura 1.6 - Ponte da Estrada Velha para São Paulo e canalizações adjacentes.....	15
Figura 1.7 - Ponte Jornal A Tribuna	16
Figura 1.8 - Ponte ferroviária ao lado da Ponte Jornal A Tribuna.....	16
Figura 1.9 - Ponte Pênsil de São Vicente.....	17
Figura 1.10 - Transporte do pescado de águas profundas da Baixada Santista.....	19
Figura 1.11 – Principais localidades citadas neste trabalho.....	20
Figura 2.1 - Vista aérea da região de manguezal.....	22
Figura 2.2 – Fotografia da carta batimétrica do estuário de São Vicente.....	23
Figura 2.3 - Referenciais de cota zero adotados neste trabalho	24
Figura 2.4 - Vetorização da planimetria sobreposta às fotos das cartas batimétricas	26
Figura 2.5 - Batimetria vetorizada do Mar Pequeno - São Vicente.....	26
Figura 2.6 - Resultado: Reprodução da carta do IGC 1:10000 com batimetria sobreposta.....	27
Figura 2.7 - Marégrafo de Torre Grande (Porto de Santos)	29
Figura 2.8 - Foto digital de uma das cartas de velocidades de corrente	31
Figura 2.9 - Legenda dos flutuantes da carta de velocidade das correntes	31
Figura 2.10 - Perfil batimétrico sob a Ponte Pênsil (29/08/1966)	32
Figura 2.11 - Medida de vazão nº 13 sob a Ponte Pênsil (03/08/1967)	32
Figura 2.12 - Foto da ponte em sua construção, do livro Pontes do Brasil (1993)	33
Figura 2.13 - Anteprojeto da Ponte Pênsil do início do século XX	34
Figura 2.14 – Detalhe de projeto fornecido pelo DER-SP	35
Figura 2.15 - Detalhe das presilhas de suspensão do tabuleiro.....	36
Figura 2.16 - Aproximação de São Vicente, Morro dos Barbosas.....	37
Figura 2.17 - Detalhe do Morro dos Barbosas, da carta planimétrica do IGC	37

Figura 2.18 - Localização e denominação das favelas de São Vicente (Siqueira, 2007)	38
Figura 2.19 - Comunidade México 70	39
Figura 2.20 - Mapa geral da APA Marinha do Litoral Centro.....	40
Figura 2.21 - Ampliação da Figura 2.20	41
Figura 2.22 - Migração da vegetação de um manguezal com a elevação do nível do mar	42
Figura 2.23 - Fluxo da produção pesqueira da Baixada Santista Fonte: Instituto da Pesca do Município de São Paulo e livro “Obras e Gestão de Portos e Costas” (Prof. Alfredini)	45
Figura 2.24 - Percursos Sugeridos para o sistema aquaviário de transporte de passageiros de São Vicente.....	48
Figura 2.25 – Diagrama de categorias para considerações de impactos ambientais de navegação recreativa, adaptado de PIANC,2002	51
Figura 2.26 – Impactos potenciais da embarcação recreativa e manutenção, associados com a atividade humana, adaptado de PIANC,2002.....	51
Figura 2.27 - Comprimento dos barcos na Holanda. Fonte: PIANC, 2000.....	57
Figura 2.28 - Boca dos barcos na Holanda. Fonte: PIANC, 2000	58
Figura 2.29 - Calado dos barcos na Holanda. Fonte: PIANC, 2000	58
Figura 2.30 – Calado Aéreo dos barcos na Holanda. Fonte: PIANC, 2000.....	59
Figura 2.31 - Comprimento dos barcos na Alemanha. Fonte: PIANC, 2000	59
Figura 2.32 - Boca dos barcos na Alemanha. Fonte: PIANC, 2000	60
Figura 2.33 - Calado dos barcos na Alemanha. Fonte: PIANC, 2000	60
Figura 2.34 – Calado aéreo dos barcos na Alemanha. Fonte: PIANC, 2000	61
Figura 2.35 - Comprimento dos barcos nos Estados Unidos. Fonte: PIANC, 2000 ..	61
Figura 2.36 - Boca dos barcos nos Estados Unidos. Fonte: PIANC, 2000.....	62
Figura 2.37 - Calado dos barcos nos Estados Unidos. Fonte: PIANC, 2000	62
Figura 2.38 – Calado aéreo dos barcos nos Estados Unidos. Fonte: PIANC, 2000..	63
Figura 2.39 - Sistema da atividade pesqueira. Fonte: PIANC, 1998	65
Figura 2.40 – O Processo de Planejamento. Fonte: PIANC, 1998.....	67
Figura 3.1 - Digitalização das informações do projeto e estudo do Prof. Alfredini.....	70
Figura 3.2 - Dimensões para passagem sob a ponte	71
Figura 3.3 - Ângulo de entrada para onda refratada sob a Ponte Pênsil.....	72

Figura 3.4 – Difração de onda com ataque de 90°, plotada em escala sobre a região	74
Figura 3.5 - Empurrador com cabine retrátil do comboio proposto pela INBAT	75
Figura 3.6 - Embarcações ITB.....	76
Figura 3.7 - Exemplo de iate	78
Figura 3.8 – Calado aéreo dos barcos nos Estados Unidos. Fonte: PIANC, 2000....	79
Figura 3.9 – (a) Torres da Ponte Pênsil atuais, com altura de 20m; (b) Projeção das torres prolongadas com 24m.....	81
Figura 3.10 – Digitalização do anteprojeto da Ponte Pênsil. Em destaque o pendural do meio do vão.....	82
Figura 3.11 – Alternativa para levantar o tabuleiro e os cabos principais da Ponte Pênsil	84
Figura 3.12 – Modelo computacional da estrutura da Ponte Pênsil, no software FTOOL	87
Figura 3.13 – Posição nova dos cabos longitudinais em destaque	88
Figura 3.14 – Necessidade de alargamento do encaixe para parafusos.....	89
Figura 3.15 – Posicionamento dos cabos DIWIDAG® na unidade, para Alternativa 2	89
Figura 3.16 – Detalhe da ligação dos cabos provisórios ao banzo superior da treliça e aos novos cabos longitudinais.....	90
Figura 3.17 - Proposta de locação da área portuária, em aterro a ser executado.....	92
Figura 3.18 - Solução de aterro e contenção com estacas adotada no Porto de Santos (Gonçalves, et al., 2008)	94
Figura 3.19 - Áreas de dragagem até cota -4,2m IBGE, ou 5,0m DHN.....	94
Figura 3.20 – Distribuição geral das áreas portuárias hipotéticas	95
Figura 3.21 - Seção típica do canal de acesso, em escala. Talude 1V:3H	100
Figura 3.22 - Canal de acesso e vias navegáveis projetadas	102
Figura 3.23 – Perfil longitudinal do canal interno, com a cota de dragagem em destaque	104
Figura 4.1 - Publicação do diário oficial registrando o tombamento da Ponte Pênsil de São Vicente	112

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 - População e PIB da Baixada Santista.....	11
Tabela 2.1 - Variação da maré entre 1944 e 1993 (continua)	28
Tabela 2.2 - Matriz resumo dos impactos potenciais de embarcações recreativas, uso e manutenção, associados com a atividade humana, adaptado de PIANC,2002	52
Tabela 2.3 – Resumo das dimensões das embarcações recreativas válidas em 95% da frota	55
Tabela 2.4 – Dimensões para construção das embarcações.....	55
Tabela 2.5 – Dimensões mínimas recomendadas sob pontes	56
Tabela 2.6 – Categorias de portos pesqueiros.....	66
Tabela 3.1 - Gabaritos propostos no Plano Nacional das Vias Navegáveis Interiores - 1989 (Ministério dos Transportes).....	71
Tabela 3.2 – Dimensões da embarcação-tipo adotada, INBAT.....	77
Tabela 3.3 – Dimensões da embarcação-tipo recreativa adotada, baseada na frota estadunidense	79
Tabela 3.4 – Dimensões da embarcação-tipo adotada, INBAT.....	80
Tabela 3.5 – Dimensões adotadas para projeto do canal de acesso	100
Tabela 3.6 – Aspectos ambientais decorrentes das ações de implantação e operação do terminal portuário em São Vicente	106

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 Conceituação	11
1.2 Importância – Justificativa	18
1.3 Objetivos	20
1.4 Localidades	20
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E COLETA DE DADOS.....	21
2.1 Planimetria e informações oficiais	21
2.2 Informações de navegabilidade do estuário	22
<i>2.2.1 Referenciais de coordenadas IBGE, DHN e CODESP</i>	<i>23</i>
<i>2.2.2 Batimetria</i>	<i>25</i>
<i>2.2.3 Marés</i>	<i>27</i>
<i>2.2.4 Velocidade das correntes.....</i>	<i>30</i>
2.3 Ponte Pênsil	33
<i>2.3.1 Projetos geométricos.....</i>	<i>35</i>
<i>2.3.2 Recuperações e estudos estruturais atuais</i>	<i>35</i>
<i>2.3.3 Limitações geométricas do Morro dos Barbosas</i>	<i>36</i>
2.4 Dados do Meio Ambiente	38
<i>2.4.1 Ocupação das áreas próximas.....</i>	<i>38</i>
<i>2.4.2 Meio ambiente e os manguezais.....</i>	<i>40</i>
2.5 Análise de demanda	42
<i>2.5.1 Saturação do Porto de Santos</i>	<i>42</i>
<i>2.5.2 A indústria de pesca.....</i>	<i>45</i>
<i>2.5.3 Navegação recreativa: marinas.....</i>	<i>46</i>
<i>2.5.4 Projeto de hidrovias para transporte de passageiros</i>	<i>46</i>
2.6 Recomendações da PIANC	48

2.6.1 Navegação recreativa e o meio ambiente	49
2.6.2 Padronização das dimensões de vias navegáveis para lazer náutico.....	53
2.6.3 Planejamento de portos pesqueiros	63
3 O PROJETO	69
3.1 Análise da situação atual	69
3.1.1 Atual gabarito vertical da Ponte Pênsil.....	69
3.2 Definição das embarcações-tipo	74
3.2.1 Comercial	74
3.2.2 Recreativa	77
3.2.3 Pesqueira	79
3.3 Propostas para a Ponte Pênsil	80
3.3.1 Alternativas estruturais para ampliação do gabarito vertical	80
3.3.2 Sinalização do canal	85
3.4 Projeto para alteamento da Ponte Pênsil: Alternativa 3.....	86
3.4.1 Dimensionamento	86
3.4.2 Seqüência executiva	87
3.5 Locação da área portuária hipotética do potencial hidroviário do estuário vicentino	91
3.5.1 Dificuldades para implantação e profundidades analisadas.....	91
3.5.2 Dragagem e aterros necessários	92
3.6 Arranjo geral da área portuária hipotética do potencial hidroviário do estuário vicentino	95
3.6.1 Distribuição da área portuária hipotética	95
3.6.2 Porto recreativo	96
3.6.3 Porto Comercial, retro-área de contêineres	97
3.6.4 Porto Pesqueiro.....	99
3.6.5 Canal de acesso.....	100
3.6.6 Dimensionamento de dragagem e aterro	103

3.7 Análise preliminar de Impactos Ambientais.....	105
4 DISCUSSÃO	108
4.1 Viabilidade técnica.....	108
4.2 Consequências sociais e econômicas aos municípios envolvidos	108
4.3 Tombamento histórico da Ponte Pênsil.....	112
4.4 Interação com o meio ambiente	113
5 CONCLUSÕES	116
5.1 Recomendações	116
5.2 Considerações finais.....	116
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	119
7 ANEXOS	122
A. Carta batimétrica sobreposta à carta planimétrica de São Vicente.....	122
B. Arranjo geral portuário	122
C. Impactos ambientais decorrentes das ações de implantação e operação do terminal portuário em São Vicente	122

1 INTRODUÇÃO

1.1 Conceituação

Na Região Metropolitana da Baixada Santista, hoje, vivem 1.606.863 habitantes (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE/2007), divididos em nove municípios: Bertioga, Cubatão, Guarujá, Itanhaém, Mongaguá, Peruíbe, Praia Grande, Santos e São Vicente. A maior parte da população se concentra no município de Santos. No mesmo município está concentrado o maior Produto Interno Bruto (PIB) da região: R\$ 8.765.521.000 (IBGE/2007). Apesar de São Vicente ter a segunda maior população da região, possui somente o quarto maior PIB. Cubatão possui pouco mais de um terço da população de São Vicente, e, no entanto apresenta o segundo maior PIB da região (ver Tabela 1.1).

Tabela 1.1 - População e PIB da Baixada Santista

Município	População	PIB (R\$)	PIB/habitante (R\$/hab)
Bertioga	39.091	386.937.000	9.898
Cubatão	120.271	5.372.360.000	44.669
Guarujá	296.150	2.585.481.000	8.730
Itanhaém	80.778	560.088.000	6.934
Mongaguá	40.423	279.061.000	6.904
Peruíbe	54.457	410.133.000	7.531
Praia Grande	233.806	1.751.999.000	7.493
Santos	418.288	8.765.521.000	20.956
São Vicente	323.599	1.795.580.000	5.549
Total	1.606.863	21.907.160.000	13.633

Fonte: IBGE/2007

Esta dispersão de valores se justifica pela distribuição industrial da região. Enquanto o município de Cubatão concentra um dos maiores pólos industriais do Estado de São Paulo, Santos abriga o maior porto da América Latina (ver Figura 1.1 e Figura 1.2). A proximidade entre o porto de Santos e Cubatão notadamente contribuiu para o desenvolvimento dessas atividades. Em contrapartida, São Vicente não teve desenvolvimento industrial nem portuário. A análise do PIB por habitantes

torna evidente que São Vicente possui o menor índice da Região Metropolitana da Baixada Santista.



Figura 1.1 - Porto de Santos, o maior do Brasil



Figura 1.2 - Indústria Siderúrgica em Cubatão

Ao analisarmos o estuário e a ilha de São Vicente, que abriga as sedes dos municípios de Santos e São Vicente, percebemos que os municípios foram cercados por pontes que as comuniquem com os municípios vizinhos e suas áreas continentais. Enquanto o estuário de Santos se forma como um canal livre para

exploração portuária, o estuário de São Vicente é atravessado por diversas pontes rodoviárias, ferroviárias e por transposições de tubulações.

Em 21 de maio de 1914 foi inaugurada a Ponte Pênsil de São Vicente, tendo como finalidade principal conduzir o esgoto coletado nas cidades de Santos e São Vicente para seu lançamento no Oceano Atlântico, na Ponta de Itaipu, área que hoje pertence ao município de Praia Grande. A ponte é retratada como símbolo histórico da cidade, como o quadro da Figura 1.3. Embora o objetivo principal tenha sido a condução do esgoto, a Ponte Pênsil desde a sua construção sempre foi utilizada para a travessia de pedestres e veículos. Em 1977, com a construção do emissário submarino de Santos, a passagem do esgoto coletado para ser lançado na Ponta de Itaipu se tornou desnecessária, desativando a tubulação ali instalada. Esta tubulação permanece junto à ponte até os dias atuais.



Figura 1.3 - "Ponte Pênsil" - Benedito Calixto, 1914

Outras pontes foram construídas ao longo da ilha, em diferentes épocas e com diferentes objetivos. Nota-se que o estuário de Santos, no entanto, permanece sem interferências para suas operações portuárias, em grande desenvolvimento e expansão. As pontes da Rodovia Anchieta e a ponte Jornal A Tribuna apresentam limitações para navegação, por terem gabarito vertical muito baixo (menos de 2m) e espaçamento entre pilares de dimensões também reduzidas. A Ponte Pênsil, no entanto, apresenta características peculiares. Uma situação geral das condições de navegação impostas por estas pontes está detalhada abaixo na Figura 1.4.



Figura 1.4 - Interferências à navegação nos estuários de Santos e São Vicente

No norte da ilha estão localizadas as pontes da Rodovia Anchieta, sobre o Canal do Casqueiro (

Figura 1.5), a ponte da estrada Velha para São Paulo (Figura 1.6), duas pontes ferroviárias e duas transposições de canalizações, todas muito próximas de si. Essas pontes também estão localizadas próximas à divisa entre os municípios de Santos e São Vicente, impossibilitando a passagem de embarcações de um estuário para o outro. Seria muito custoso e inconveniente a tentativa de modificação do gabarito destas pontes, ao analisarmos o custo de modificar 2 pontes metálicas ferroviárias, 2 pontes rodoviárias e 2 transposições de tubulações; além do transtorno gerado ao desviar o tráfego da Rodovia Anchieta durante o período das obras.



Figura 1.5 - Ponte da Rodovia Anchieta vista da Ponte da Estrada Velha



Figura 1.6 - Ponte da Estrada Velha para São Paulo e canalizações adjacentes

Em seguida estão a ponte Jornal A Tribuna (Figura 1.7) e a ponte ferroviária imediatamente adjacente a esta (Figura 1.8). A malha ferroviária transposta por esta ponte sobre a região do Mar Pequeno hoje está desativada, porém mantém-se no local. Esta malha ferroviária faz parte de um projeto em andamento de implantação de Veículos Leves sobre Trilhos (VLT) nos municípios de Santos – São Vicente.

Da mesma forma que a ponte da Estrada Velha e da Rodovia Anchieta, a Ponte Jornal A Tribuna também apresenta gabarito vertical reduzido e espaçamento

entre pilares limitado e inviável para navegação, embora seja a mais recente de todas as travessias (construção estimada em 1995).



Figura 1.7 - Ponte Jornal A Tribuna



Figura 1.8 - Ponte ferroviária ao lado da Ponte Jornal A Tribuna

A Ponte Pênsil (Figura 1.9), no entanto, apresenta características privilegiadas quando comparada com as outras pontes limitantes da exploração do estuário vicentino. Esta não apresenta pilares intermediários, tendo comprimento de aproximadamente 180 metros disponíveis para navegação, e calado máximo de mais de 20 metros. Seu gabarito vertical apresenta valores médios entre 5,80 metros

e 6,70 metros. Estruturalmente a ponte também apresenta vantagens. Por ser uma ponte pênsil metálica com tabuleiro de madeira apresenta fácil manutenção, e possível modificação para ser elevada em relação ao nível do mar, como se pretende discutir durante este projeto.



Figura 1.9 - Ponte Pênsil de São Vicente

A aproximação da ponte, pelo lado de São Vicente, apresentaria limitação para nova cota do tabuleiro da ponte, por haver pouco espaço disponível para construção de rampas alinhadas às alturas propostas. No entanto, o acréscimo de 2 ou 3 metros poderiam representar enormes possibilidades de exploração do estuário de São Vicente, até a região da Ponte Jornal A Tribuna. Estas explorações poderiam ser desde as finalidades de lazer, ao comportar a passagem de iates de maior porte, possibilitando construção de marinas com vagas molhadas no interior da cidade; construção de área portuária para navios pesqueiros e como região retro portuária para abrigo dos contêineres a serem transportados pelo porto de Santos, por barcas com características compatíveis com a navegabilidade pelo estuário de São Vicente, passando pela Ponte Pênsil, e atravessando a Baía de Santos até o Porto.

1.2 Importância – Justificativa

A crescente demanda de mercadorias e contêineres escoados via porto de Santos vêm saturando a infra-estrutura existente na região, sendo cada vez mais necessária a ampliação das já existentes e a construção de novas áreas portuárias.

Frente a esse contexto, e dada a importância do porto de Santos para a economia, o governo resolveu enquadrar algumas obras a serem realizadas no porto dentro do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), dentre elas a dragagem do canal de Santos e a discussão da construção de um novo porto na região. A questão da dragagem beneficiaria os terminais da região, porém não resolveria a questão da saturação. Dessa forma discutiremos a questão do terminal.

A falta de áreas disponíveis para construção de novos terminais e ampliação da infra-estrutura de transporte na região, assim como a falta de eficiência destes sistemas de transporte torna necessário a exploração comercial de áreas de municípios vizinhos, e São Vicente se enquadra como o mais propício para essa expansão.

O investimento em infra-estrutura hidroviária deve ser preferível em relação a outros investimentos em infra-estrutura devido sua maior eficiência de transporte, e emissão de poluentes oito vezes menor que o meio de transporte rodoviário. Desta forma, tornaria disponível a exploração comercial de áreas do município de São Vicente, ampliando a capacidade produtiva do Porto de Santos sem a necessidade de maiores investimentos nas rodovias e ferrovias que hoje atendem o porto, e sem gerar maiores inconvenientes ao trânsito do município. A região adjacente à Ponte Pênsil está próxima a Rodovia dos Imigrantes.

A exploração do estuário de São Vicente poderia gerar benefícios diretos para o município, desde a criação de empregos para construção e operação das áreas comerciais (pátios de contêineres) e recreativas (marinas); e empregos indiretos durante a operação destas instalações. Também seria beneficiado com o desenvolvimento econômico do município e da região, gerando maior fonte de impostos. É razoável estimar que grande parte das embarcações de lazer hoje abrigadas em Guarujá, São Sebastião ou Ilhabela são de propriedade de moradores de São Paulo, capital, e que estes poderiam desfrutar das vantagens de ter suas

embarcações em marinas mais próximas que as atuais. São Vicente está distante de 74 quilômetros da capital do estado, e este transporte é realizado pela Rodovia dos Imigrantes, duplicada em 2002.

A atividade turística ligada às marinas, ou portos de recreio, que correspondem a um conjunto de instalações à beira-mar necessárias aos usuários de pequenas e médias embarcações destinadas ao esporte náutico e ao lazer é responsável atualmente no Brasil por mais de 10.000 empregos diretos. Em 1995 havia 110 marinas marítimas e fluviais operando no Brasil, sendo que, das marítimas, mais da metade se concentra nos litorais dos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro, com capacidade para abrigar 5.000 barcos de uma demanda de mais de 50.000. (Alfredini, 2005)

Grande parte das atividades pesqueiras (aproximadamente 70%) realizadas em águas profundas na Baixada Santista hoje é transportada para o porto de Itajaí, em Santa Catarina, para depois ser distribuída para as diversas regiões de comércio. O transporte do pescado está ilustrado na Figura 1.10. A criação de região portuária em São Vicente possivelmente poderia acolher esta demanda, diminuindo os custos finais do pescado, que hoje é descarregado numa distância de 600 km da Baixada Santista.



Figura 1.10 - Transporte do pescado de águas profundas da Baixada Santista

1.3 Objetivos

Este projeto tem como objetivo determinar a viabilidade de implantação de área portuária em São Vicente, atingindo seu potencial hidroviário, após a ampliação do gabarito vertical sob a Ponte Pênsil. Esta área portuária poderá ser explorada para:

- Lazer, através de implantação de marinas;
- Comercial, com transporte de carga para o porto de Santos;
- Pesqueira, acolhendo a produção de pescado de águas profundas da Baixada Santista.

1.4 Localidades

As principais localidades da ilha de São Vicente citadas neste trabalho estão ilustradas na Figura 1.11.

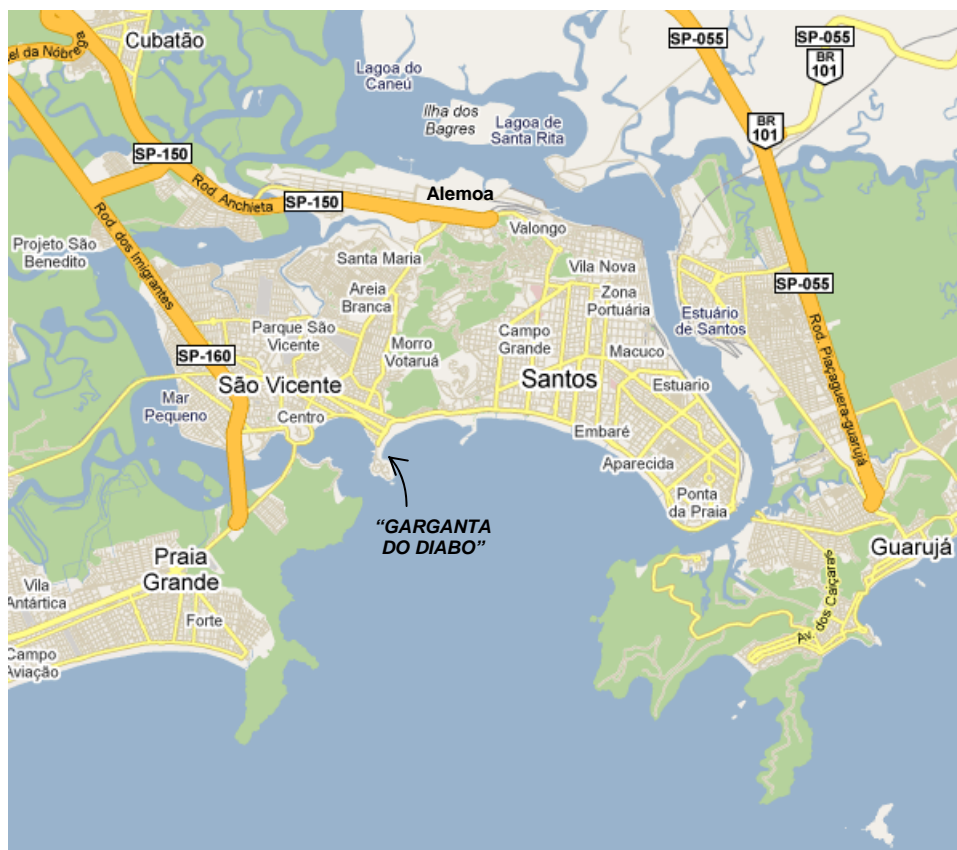


Figura 1.11 – Principais localidades citadas neste trabalho

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E COLETA DE DADOS

2.1 Planimetria e informações oficiais

Para locação e arranjo geral das áreas portuárias propostas, foram obtidas cartas planimétricas da região junto ao Instituto Geográfico e Cartográfico (IGC), em escala 1:10000, compatível com os estudos e projetos. Em análises conceituais foram utilizadas imagens disponíveis pelo sistema *Google Earth* e *Google Maps*.

O mapeamento das regiões também foi utilizado para localizar as áreas de importância ambiental nas regiões envolvidas pelo projeto. Do lado oposto ao da Ilha de São Vicente hoje existe uma região de manguezal não ocupada (ver Figura 2.1). Estas informações são necessárias para discutir a obtenção de licença ambiental para o projeto.

Conforme os estudos levantados em bibliografia especializada em áreas de preservação ambiental federal e em livros sobre os manguezais brasileiros, pôde-se analisar a concepção da Estância Balneária de São Vicente, sancionada em 7 de julho de 1977 pelo governador Sr. Paulo Egídio Martins, pela lei número 1352. Esta nomenclatura não considera, portanto, a região como Área de Preservação Ambiental (APA). Naturalmente, o desenvolvimento de um projeto desta magnitude implica diretamente em impactos ambientais em sua execução e operação, que devem ser evitados ao máximo e compensados ao meio ambiente.



Figura 2.1 - Vista aérea da região de manguezal

De acordo com a Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, em São Vicente e Praia Grande existem as seguintes áreas de conservação ambiental: Parque Estadual Xixová-Japuí, Parque Estadual da Serra do Mar e Área de Preservação Ambiental Marinha do Litoral Centro. Foram consultados: Decreto nº 37.536, de 27 de setembro de 1993 – Parque Estadual Xixová-Japuí; e Decreto nº 53.526, de 8 de outubro de 2008 – Área de Preservação Ambiental Marinha do Litoral Centro.

2.2 Informações de navegabilidade do estuário

Para análise da navegabilidade e viabilidade de exploração do estuário de São Vicente foram coletadas diversas informações da região, como planimetria, batimetria, velocidade das correntes e amplitude das marés. No Centro Tecnológico de Hidráulica (CTH) foram localizados estudos realizados em 1966 e 1976/77 que contemplam as informações preliminares necessárias. Estas sondagens são as únicas detalhadas da região.

A batimetria do estuário de São Vicente foi encontrada em 2 estudos, o *Relatório da Missão Hidrográfica de Santos, de 1966*, que contempla a batimetria do estuário até a região da Ponte Pênsil e o *Relatório final dos Estudos de Recuperação e Proteção da praia de São Vicente, de 1976*, que contempla a

batimetria das praias e da saída da região do estuário pela “*Garganta do Diabo*” – região de banco de areia onde a batimetria deve ser estudada minuciosamente. Estes estudos contemplaram levantamentos batimétricos, trajetórias e velocidades de correntes, medidas de vazão sob a Ponte Pênsil, granulometria do material de fundo do canal, dentre diversos outros levantamentos.

As informações foram digitalizadas para melhor aproveitamento neste trabalho. Todas as cartas foram escaneadas, reprografadas ou fotografadas (Figura 2.2), de acordo com o melhor aproveitamento dos dados sem danificar os documentos originais.

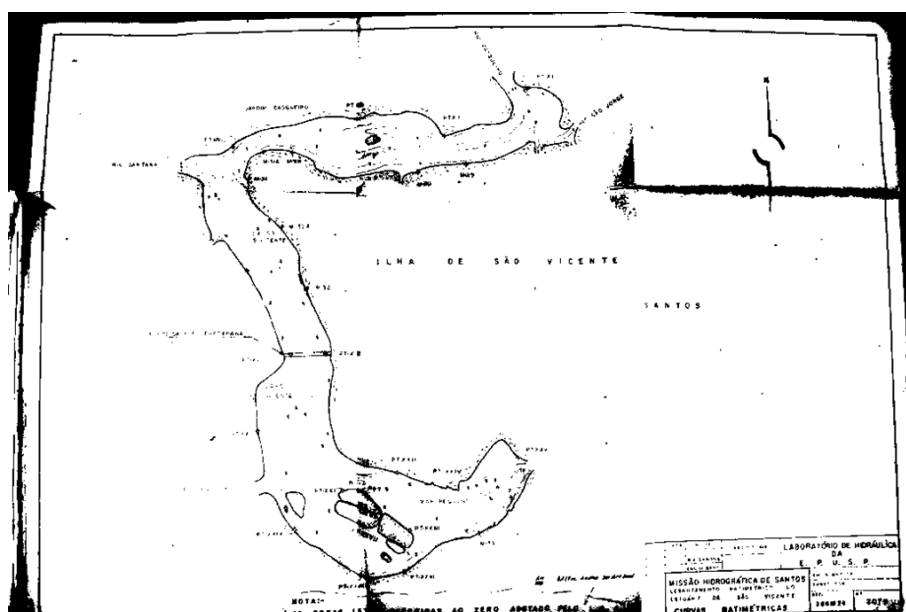


Figura 2.2 – Fotografia da carta batimétrica do estuário de São Vicente

No entanto, devemos entender que estas informações foram utilizadas num estudo conceitual da viabilidade do empreendimento. Os projetos e a execução deste empreendimento obviamente necessitariam de estudos e levantamentos atuais.

2.2.1 Referenciais de coordenadas IBGE, DHN e CODESP

As cartas planimétricas adquiridas junto ao IGC adotam como referencial de cota zero o nível padronizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

(IBGE). Para diversos estudos, no entanto, usaremos dados que utilizam outros referenciais. A análise de marés, por exemplo, é referenciada pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), da Marinha. A DHN realiza medição da variação do nível das marés em diversos pontos do país, e utiliza um valor médio de todas suas medidas como valor zero. Sendo assim, com o passar dos anos e aumento de seus dados disponíveis, o valor referencial é alterado. Atualmente o zero DHN encontra-se $0,807m$ abaixo do zero IBGE. De forma análoga, a CODESP adota zero referenciado à mínima maré registrada em 12 de março de 1940. Este nível encontra-se $0,719m$ abaixo do zero DHN.

No entanto, à data dos estudos utilizados aqui (1976-77), o zero DHN encontrava-se distante $0,837m$ do zero IBGE e $0,689m$ do zero CODESP. Os estudos realizados em 1966 tinham zero DHN distante $0,745m$ do zero CODESP e $0,781m$ do zero IBGE. Sendo, portanto, o zero DHN um valor variável com os anos, diferente atual do valor das cartas utilizadas neste trabalho, e esta diferença sendo muito pequena quando comparada com a grandeza de valores analisados, adotaremos os referenciais de cota zero conforme Figura 2.3.

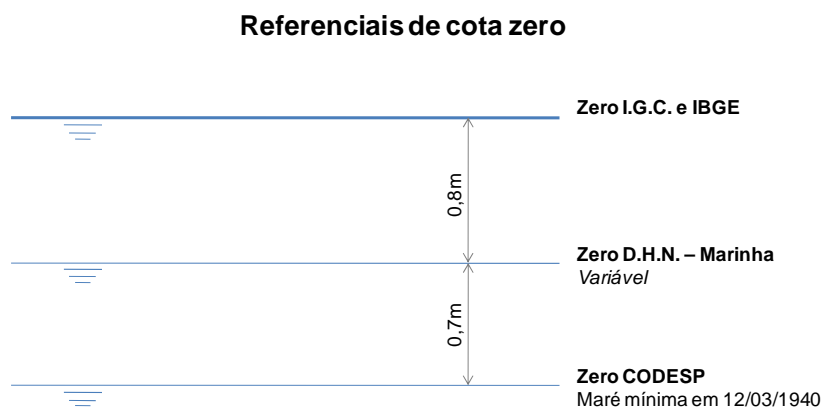


Figura 2.3 - Referenciais de cota zero adotados neste trabalho

Adiante determinaremos, para o projeto, o nível de maré máximo admitido e a cota mínima para as áreas de atracação. Estes referenciais também serão necessários para cruzar as informações disponíveis de maré com as cartas do IGC e determinar o gabarito vertical disponível sob a Ponte Pênsil.

De forma geral todas as cotas citadas neste trabalho estarão referenciadas ao zero IBGE (também adotado pelo IGC), assim como as cartas e projetos gerados.

2.2.2 Batimetria

O *Relatório da missão hidrográfica de Santos*, de 1966, apresenta o levantamento batimétrico do Canal dos Barreiros até a seção da Ponte Pênsil. Em contrapartida, o *Relatório final dos estudos de recuperação e proteção da praia de São Vicente*, de 1976 apresenta a batimetria da entrada do canal pela Ilha Porchat até a Ponte Pênsil. Estas informações foram cruzadas numa única carta para análise das áreas disponíveis para locação proposta ao novo terminal portuário.

As cartas batimétricas são apresentadas em escalas diferentes nestes estudos, dobradas e fixadas aos relatórios. Por serem antigas, delicadas e valiosas, não poderiam ser danificadas para sua digitalização. Portanto, optou-se por realizar a digitalização destas cartas através de fotografias digitais, com o conseqüente trabalho de diagramação, sobreposição, e rotação destas fotos em forma de um grande mosaico (Figura 2.4) sobre a planimetria da região (adquirida junto ao IGC). Sobre estas fotos foi realizado o desenho vetorial das curvas batimétricas de ambos os relatórios, tendo como resultado final as curvas batimétricas do trecho entre a Ilha Porchat e a Ponte Jornal A Tribuna, da Figura 2.5. Foi possível, portanto, digitalizar em vetores e juntar os trabalhos realizados em 1966 e 1976 por duas equipes distintas, numa única carta em escala 1:10000, no Anexo A - Carta batimétrica sobreposta à carta planimétrica de São Vicente, e representada sem escala neste relatório na Figura 2.6.

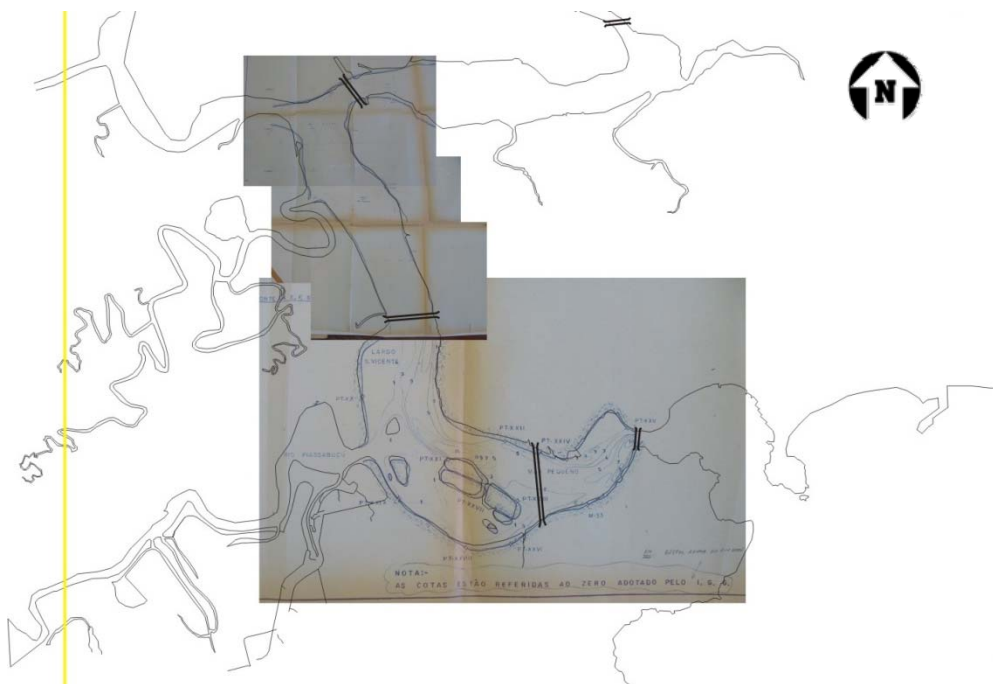


Figura 2.4 - Vetorização da planimetria sobreposta às fotos das cartas batimétricas

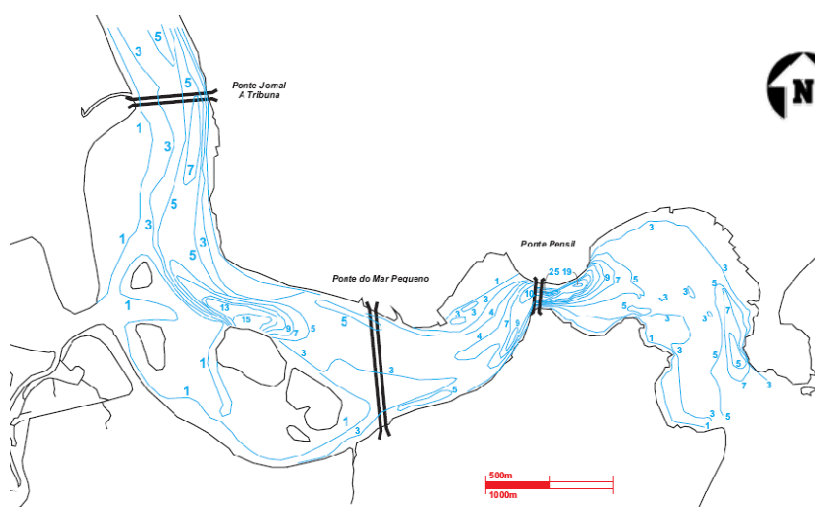


Figura 2.5 - Batimetria vetorizada do Mar Pequeno - São Vicente

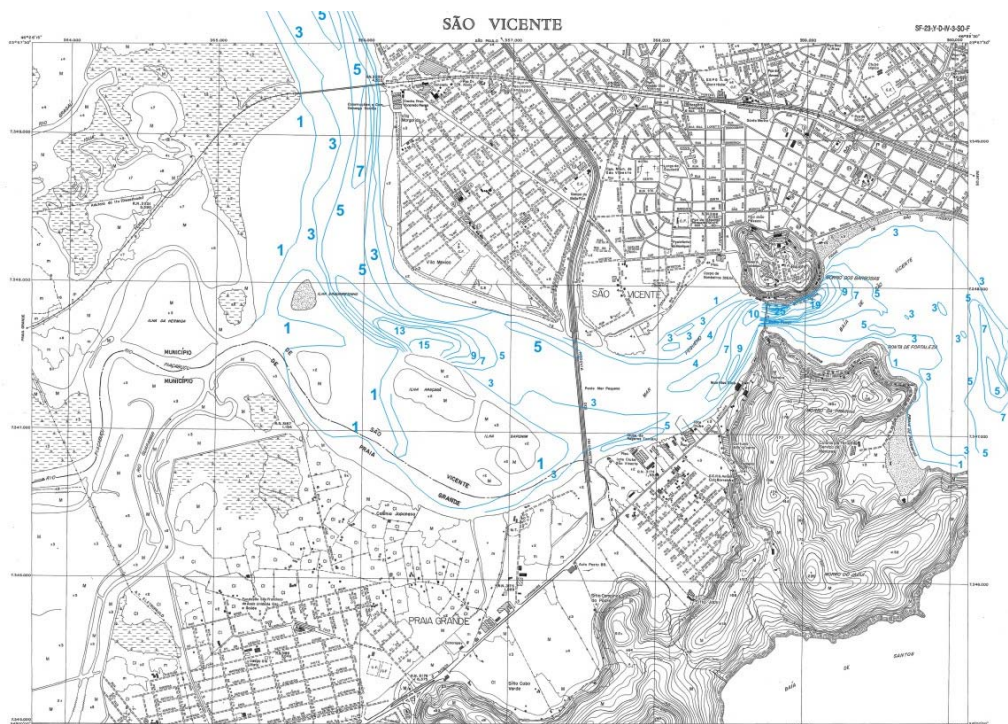


Figura 2.6 - Resultado: Reprodução da carta do IGC 1:10000 com batimetria sobreposta

2.2.3 Marés

A Fundação de Estudos do Mar (FEMAR - <http://www.femar.com.br>) possui registros de variações de diversos pontos do país. Neste estudo, será analisado um ponto próximo a área, o marégrafo de Torre Grande (Porto de Santos). Este marégrafo possui dados anuais de maré máxima e mínima de mais de 50 anos, condizente com a Norma Brasileira para este tipo de projeto (NBR 9782/1987 – Ações em Estruturas Marítimas, Portuárias ou Fluviais). Na Figura 2.7 estão registradas as informações deste marégrafo.

Através das relações de zeros definidas pela Figura 2.3 podemos facilmente converter os valores relacionados pela FEMAR (DHN) para referência IBGE ou até mesmo CODESP, obtendo as variações de marés da Tabela 2.1.

Tabela 2.1 - Variação da maré entre 1944 e 1993 (continua)

ANO	ZERO CODESP (cm)			ZERO DHN (cm)			ZERO IBGE (cm)		
	MÉDIO	MÁXIMO	MÍNIMO	MÉDIO	MÁXIMO	MÍNIMO	MÉDIO	MÁXIMO	MÍNIMO
1944	140,67	265,15	6,64	70,67	195,15	-63,36	-9,33	115,15	-143,36
1945	142,15	286,01	2,30	72,15	216,01	-67,70	-7,85	136,01	-147,70
1946	144,57	270,06	15,62	74,57	200,06	-54,38	-5,43	120,06	-134,38
1947	144,76	272,58	25,67	74,76	202,58	-44,33	-5,24	122,58	-124,33
1948	139,40	271,99	-0,05	69,40	201,99	-70,05	-10,60	121,99	-150,05
1949	140,49	260,00	24,77	70,49	190,00	-45,23	-9,51	110,00	-125,23
1950	145,75	265,29	18,31	75,75	195,29	-51,69	-4,25	115,29	-131,69
1951	142,62	256,33	25,83	72,62	186,33	-44,17	-7,38	106,33	-124,17
1952	150,29	267,95	26,04	80,29	197,95	-43,96	0,29	117,95	-123,96
1953	138,65	251,49	2,31	68,65	181,49	-67,69	-11,35	101,49	-147,69
1954	140,67	257,00	20,64	70,67	187,00	-49,36	-9,33	107,00	-129,36
1955	138,91	255,13	16,92	68,91	185,13	-53,08	-11,09	105,13	-133,08
1956	148,42	286,04	18,65	78,42	216,04	-51,35	-1,58	136,04	-131,35
1957	151,03	266,38	22,89	81,03	196,38	-47,11	1,03	116,38	-127,11
1958	146,59	274,14	21,90	76,59	204,14	-48,10	-3,41	124,14	-128,10
1959	150,61	262,91	27,17	80,61	192,91	-42,83	0,61	112,91	-122,83
1960	150,87	268,12	21,79	80,87	198,12	-48,21	0,87	118,12	-128,21
1961	147,19	273,03	20,86	77,19	203,03	-49,14	-2,81	123,03	-129,14
1962	144,05	259,00	-5,52	74,05	189,00	-75,52	-5,95	109,00	-155,52
1963	140,97	258,15	0,46	70,97	188,15	-69,54	-9,03	108,15	-149,54
1964	138,76	266,08	20,83	68,76	196,08	-49,17	-11,24	116,08	-129,17
1965	144,62	256,65	24,00	74,62	186,65	-46,00	-5,38	106,65	-126,00
1966	142,94	279,51	37,90	72,94	209,51	-32,10	-7,06	129,51	-112,10
1967	140,18	260,54	26,61	70,18	190,54	-43,39	-9,82	110,54	-123,39
1968	139,01	279,14	34,63	69,01	209,14	-35,37	-10,99	129,14	-115,37
1969	146,87	264,00	10,73	76,87	194,00	-59,27	-3,13	114,00	-139,27
1970	144,50	256,24	1,86	74,50	186,24	-68,14	-5,50	106,24	-148,14
1971	146,99	292,13	28,00	76,99	222,13	-42,00	-3,01	142,13	-122,00
1972	145,19	255,03	21,79	75,19	185,03	-48,21	-4,81	105,03	-128,21
1973	150,25	269,87	29,59	80,25	199,87	-40,41	0,25	119,87	-120,41
1974	142,39	267,73	26,69	72,39	197,73	-43,31	-7,61	117,73	-123,31
1975	136,61	251,10	21,64	66,61	181,10	-48,36	-13,39	101,10	-128,36
1976	142,67	272,09	27,33	72,67	202,09	-42,67	-7,33	122,09	-122,67
1977	135,85	287,05	27,50	65,85	217,05	-42,50	-14,15	137,05	-122,50
1978	145,07	266,23	-9,82	75,07	196,23	-79,82	-4,93	116,23	-159,82
1979	149,69	262,37	31,00	79,69	192,37	-39,00	-0,31	112,37	-119,00
1980	151,71	291,02	30,36	81,71	221,02	-39,64	1,71	141,02	-119,64
1981	147,87	269,08	31,36	77,87	199,08	-38,64	-2,13	119,08	-118,64
1982	149,77	267,24	13,90	79,77	197,24	-56,10	-0,23	117,24	-136,10
1983	152,62	270,19	28,00	82,62	200,19	-42,00	2,62	120,19	-122,00
1984	146,27	271,13	30,00	76,27	201,13	-40,00	-3,73	121,13	-120,00

Tabela 2.1 - Variação da maré entre 1944 e 1993 (conclusão)

ANO	ZERO CODESP (cm)			ZERO DHN (cm)			ZERO IBGE (cm)		
	MÉDIO	MÁXIMO	MÍNIMO	MÉDIO	MÁXIMO	MÍNIMO	MÉDIO	MÁXIMO	MÍNIMO
1985	144,46	285,12	6,00	74,46	215,12	-64,00	-5,54	135,12	-144,00
1986	140,76	256,00	0,00	70,76	186,00	-70,00	-9,24	106,00	-150,00
1987	142,33	268,06	56,00	72,33	198,06	-14,00	-7,67	118,06	-94,00
1988	156,39	281,40	38,00	86,39	211,40	-32,00	6,39	131,40	-112,00
1989	155,50	290,50	38,00	85,50	220,50	-32,00	5,50	140,50	-112,00
1990	151,55	238,44	51,00	81,55	168,44	-19,00	1,55	88,44	-99,00
1991	153,50	258,80	51,40	83,50	188,80	-18,60	3,50	108,80	-98,60
1992	143,80	217,33	72,33	73,80	147,33	2,33	-6,20	67,33	-77,67
1993	141,50	233,80	51,20	71,50	163,80	-18,80	-8,50	83,80	-98,80
	145,17	292,13	-9,82	75,17	222,13	-79,82	-4,83	142,13	-159,82

FEMAR-FUNDAÇÃO DE ESTUDOS DO MAR *Catálogo de Estações Maregráficas Brasileiras*

Nome da Estação :		SANTOS (PORTO) – SP			
Localização :		Na torre de passagem dos cabos elétricos pelo canal (Torre Grande)			
Organ. Responsável :		INPH / CODESP / DHN			
Latitude :		23° 57,3' S		Longitude : 46° 18,6' W	
Período Analisado :		01/01/56 a 23/12/56		Nº de Componentes : 32	
Análise Harmônica :		Método Tidal Liverpool Institute			
Classificação :		Maré de Desigualdades Diurnas			
Estabelecimento do Porto: (HWF&C)		II H 55 min		Nível Médio (Zo): 77 cm acima do NR.	
Média das Preamares Superiores (MHHW) :		141 cm acima do NR.		Média das Preamares Inferiores (MLHW) : 130 cm acima do NR.	
Média das Baixa-mares Superiores (MHLW) :		29 cm acima do NR.		Média das Baixa-mares Inferiores (MLLW) : 7 cm acima do NR.	
CONSTANTES HARMÔNICAS SELECIONADAS					
Componentes	Semi-amplitude (H) cm	Fase (g) graus (°)	Componentes	Semi-amplitude (H) cm	Fase (g) graus (°)
Sa	10,2	025	MU ₂	2,1	122
Ssa	5,0	180	N ₂	5,4	149
Mm	4,2	289	NU ₂	0,4	139
Mf	1,7	141	M ₂	36,4	088
MTM	-	-	L ₂	1,6	037
Msf	1,5	121	T ₂	0,8	020
Q ₁	2,5	058	S ₂	22,5	091
O ₁	11,5	081	K ₂	7,4	082
M ₁	0,8	095	MO ₃	0,7	096
P ₁	2,3	136	M ₃	4,9	234
K ₁	6,3	143	MK ₃	2,5	117
J ₁	0,8	192	MN ₄	1,3	318
OO ₁	0,2	133	M ₄	2,6	355
MNS ₂	0,2	189	SN ₄	0,6	061
2N ₂	2,0	149	MS ₄	2,2	143
Referências de Nível: RN Alfândega, situada na Praça da República, no meio fio em frente ao prédio da Delegacia da Receita Federal (antiga Alfândega). RN 2 implantada na sapata da torre do lado do porto.					
Obs:	Outros Períodos: 01/01/51 a 04/01/51; 14/11/59 a 15/12/59; 07/02/78 a 23/02/78; 27/02/78 a 27/03/78; 05/09/95 a 07/10/95. Existem outros períodos no INPH e na CODESP Consta das Tábuas das Marés.				

Código BNDO: 50225

Figura 2.7 - Marégrafo de Torre Grande (Porto de Santos)

2.2.4 Velocidade das correntes

As correntes marítimas foram levantadas em ambos os estudos utilizados até o momento. As velocidades das correntes foram analisadas para determinar a influência na navegabilidade do estuário, nas piores condições de maré. O estudo da movimentação das correntes de maré da Baía de São Vicente foi feito por meio de observação de trajetória de flutuadores, lançados em diversas campanhas, no período de cada estudo (1966 e 1976).

As velocidades encontradas entre a Garganta do Diabo e a Ponte Pênsil são da ordem de 0,30 a 0,90 *m/s*, raramente ultrapassando 1,00 *m/s*, e sempre orientadas de acordo com os períodos das marés.

Observa-se que as velocidades são maiores para as correntes de vazante.

Geralmente considera-se em 5 *m/s* a velocidade máxima da água admitida em contra corrente ao rumo de navegação, o que depende evidentemente da potencia dos propulsores. A favor da corrente, a maior dificuldade encontra-se na manobrabilidade da embarcação, admitindo-se a mesma velocidade máxima para navegação segura (em percurso longitudinal ao canal). Em média, considera-se o valor limite recomendado de 2 *m/s* para que em grandes extensões o transporte não se torne antieconômico. (Alfredini, 2005)

Dentre as várias cartas registradas nos estudos, todas estão fixadas aos relatórios e não puderam ser digitalizadas, somente fotografias (Figura 2.8 e Figura 2.9). No entanto, o relatório apresenta a interpretação dos resultados medidos. Todas as cartas estão referenciadas ao zero do IBGE/IGC.

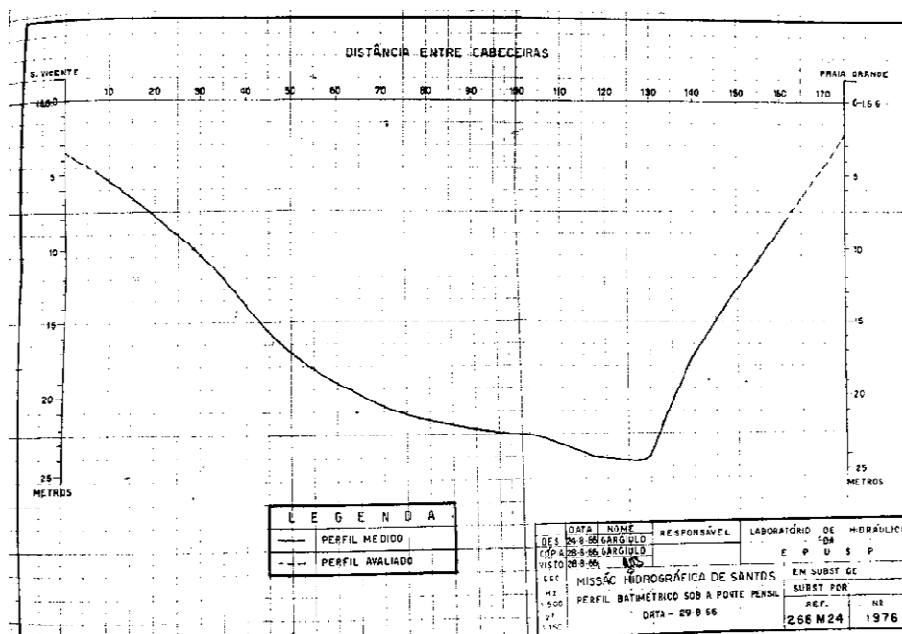


Figura 2.10 - Perfil batimétrico sob a Ponte Pênsil (29/08/1966)

Dentre as medidas de vazão, a medida de número 13 apresenta a maior vazão média de vazante, de $944,98 \text{ m}^3/\text{s}$. Foram adotados os valores medidos de velocidade deste levantamento como os valores de velocidades de correntes críticos desta seção. Estas velocidades variam entre 0,02 e 0,44 m/s, conforme medição fotografada na Figura 2.11.

LOCAL		MEDIÇÕES DE VAZÃO				DATA 03/08/67					
Ponte Pênsil - São Vicente		Q = 5V				Nº 13					
TEMPERATURA		PLUVIÔMETRO				VENTO					
MAX = 32,0°C MIN = 15,2°C		24h 0,0 mm 18h 0,0				24h 0,0 18h NW 3,0					
HORA	MAREGRAMA	DISCRIMINAÇÃO	VERTICAL 1		VERTICAL 2		VERTICAL 3		VERTICAL 4		Σ Q m³/s
			Enchente	Vazante	Enchente	Vazante	Enchente	Vazante	Enchente	Vazante	
8:45		Velocidade m/s	0,16630	-	0,21075	-	0,36631	-	0,36631	-	Enchente Pleno -
		Área m²	656,143	-	772,395	-	650,724	-	442,354	-	672,31
		Vazão m³/s	109,12	-	162,78	-	238,37	-	162,04	-	
10:12	Iv + 18,2	Velocidade m/s	0,15117	-	0,45333	-	0,60839	-	0,60839	-	Enchente Pleno -
10:45		Área m²	656,143	-	772,395	-	650,724	-	442,354	-	1.114,35
		Vazão m³/s	99,19	-	350,15	-	395,89	-	269,12	-	
12:12	Iv + 18,2	Velocidade m/s	-	0,02003	0,13920	0,02505	0,13642	-	0,14973	-	Enchente Transição
13:30		Área m²	-	362,553	308,367	464,028	650,724	-	442,354	-	178,94
		Vazão m³/s	-	7,26	42,92	11,62	88,77	-	66,18	-	
14:57	Iv M.M.	Velocidade m/s	-	0,28444	-	0,38561	-	0,43608	-	0,39933	Vazante Pleno -
15:15		Área m²	-	656,143	-	772,395	-	650,724	-	442,354	944,98
		Vazão m³/s	-	186,73	-	297,84	-	283,77	-	176,64	
16:42	Iv - 12,1	Velocidade m/s	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Área m²	-	-	-	-	-	-	-	-	
		Vazão m³/s	-	-	-	-	-	-	-	-	
VAZÃO MÉDIA			ENCHENTE 655,20 m³/s				VAZANTE 944,98 m³/s				

Figura 2.11 - Medida de vazão nº 13 sob a Ponte Pênsil (03/08/1967)

2.3 Ponte Pênsil

Construção datando de 1911, com planejamento dos engenheiros Francisco Saturnino de Brito e Miguel Presgreave. O material foi encomendado à Casa August Klonne, em Dortmund, Alemanha, chegando no Brasil entre os anos de 1911 e 1913. Contou com a supervisão de engenheiros alemães.

A obra é do tipo ponte suspensa por cabos de aço; tem o vão de 180m, 6,40m de largura, piso a 6,50m acima da maré mínima e 4m acima da maré máxima. As torres atingem a altura de 20 metros, sustentando 16 cabos de aço, com o comprimento de 286 metros. A carga máxima suportada é de 60 toneladas e o leito para pedestres é de 1,40m.

O custo da obra – à época – representou 10.800 libras esterlinas (15\$000 quinze mil réis por libra), coberto pelos governos de São Paulo e da União.

Para a discussão estrutural da Ponte Pênsil e as alternativas de ampliação do gabarito vertical foi necessário coletar informações sobre a mesma. Foi possível reunir informações publicadas no livro *Pontes Brasileiras: viadutos e passarelas notáveis*, 1993. O livro descreve a ponte desde sua história e concepção, construção (Figura 2.12) até as recuperações realizadas na década de 90.

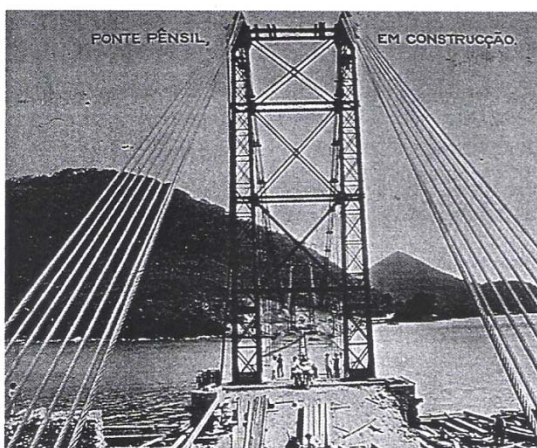


Figura 2.12 - Foto da ponte em sua construção, do livro Pontes do Brasil (1993)

Também foram coletadas informações sobre a Ponte Pênsil com o Prof. Dr. Paolo Alfredini da Escola Politécnica da USP de estudos realizados sobre o gabarito vertical da Ponte Pênsil. Estes estudos foram realizados sobre o anteprojeto da

Ponte Pênsil, do início do século XX. O projeto foi digitalizado para futuras discussões, e está representado na Figura 2.13 (projeto escaneado) e Figura 3.1 (imagem trabalhada digitalmente).

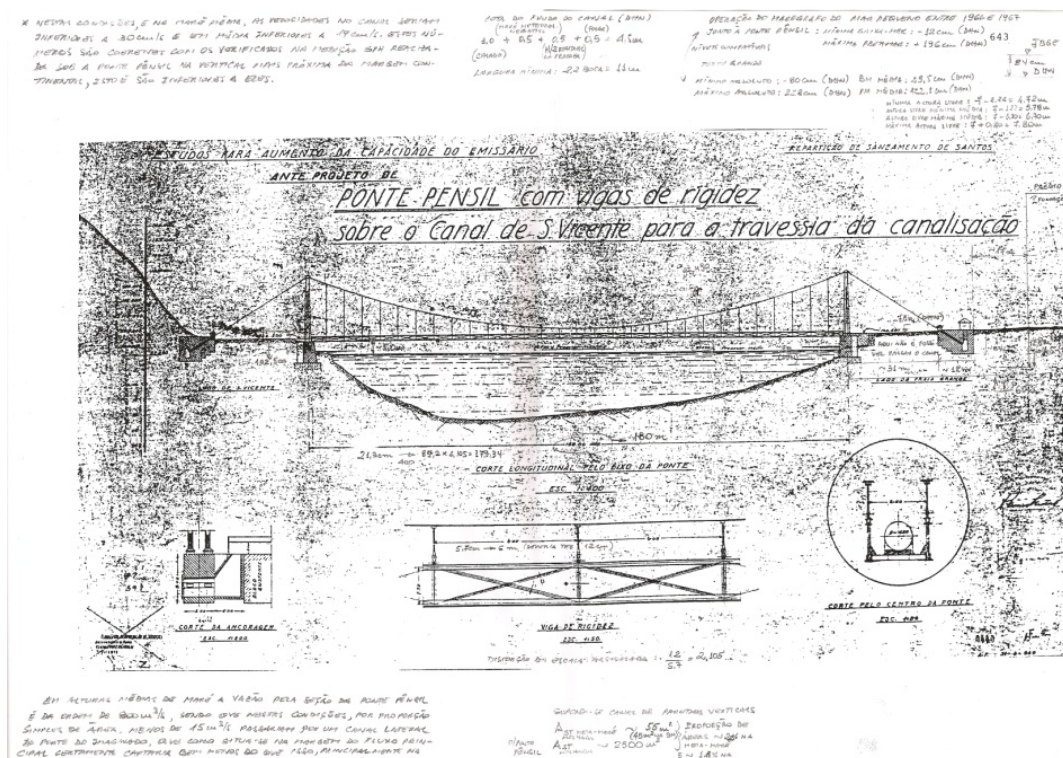


Figura 2.13 - Anteprojeto da Ponte Pênsil do início do século XX

Atualmente a Ponte Pênsil é mantida pelo Departamento de Estradas de Rodagem de São Paulo (DER-SP), e tombada pelo Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico (CONDEPHAAT). Seu tombamento foi realizado pelo ex-secretário da Cultura, e na época deputado Cunha Bueno, no dia 30 de abril de 1982, em comemoração ao aniversário de 68 anos da obra, e 450º aniversário do município de São Vicente.

Data de construção: Início em 1911 e término em 1914.

Data de tombamento: 30 de abril de 1982.

2.3.1 Projetos geométricos

Foram disponibilizados pelo DER-SP os projetos geométricos mais recentes elaborados da Ponte Pênsil de São Vicente, pelo Instituto de Pesquisa Tecnológica (IPT). Estes projetos incluem detalhes das dimensões e alinhamentos dos principais elementos estruturais da ponte, como a treliça, os cabos, a torre e os blocos de ancoragem.

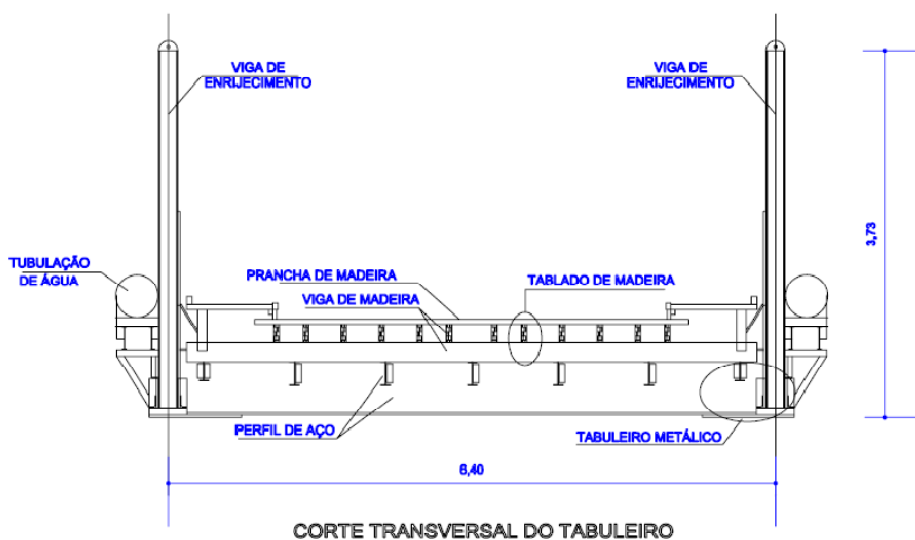


Figura 2.14 – Detalhe de projeto fornecido pelo DER-SP

Não foi possível obter, no entanto, informações estruturais sobre a ponte, como as especificações dos cabos, espessura dos elementos metálicos ou o peso do bloco de fundação. Os projetos não são referenciados a nenhum marco geodésico local que pudesse identificar a cota dos elementos, com maior precisão.

Estes projetos foram utilizados durante todas as análises de alternativas para alteamento da ponte pênsil, seqüências executivas e interferências necessárias.

2.3.2 Recuperações e estudos estruturais atuais

O Eng. Paulo Eduardo, responsável pelo setor de pontes do DER-SP nos colocou em contato com um dos engenheiros do IPT responsável pelo atual estudo quanto às condições estruturais da Ponte Pênsil. Estão sendo analisadas as

condições atuais dos cabos principais e dos pendurais da ponte, de forma a determinar a segurança da estrutura como um todo. Outros elementos da ponte também são estudados.

Este estudo pode ser conveniente, pois no caso de uma possível necessidade de intervenção para troca dos cabos da ponte, as alternativas de alteamento aqui propostas tornam-se viáveis com baixos custos adicionais à troca dos cabos e reposicionamento da estrutura.

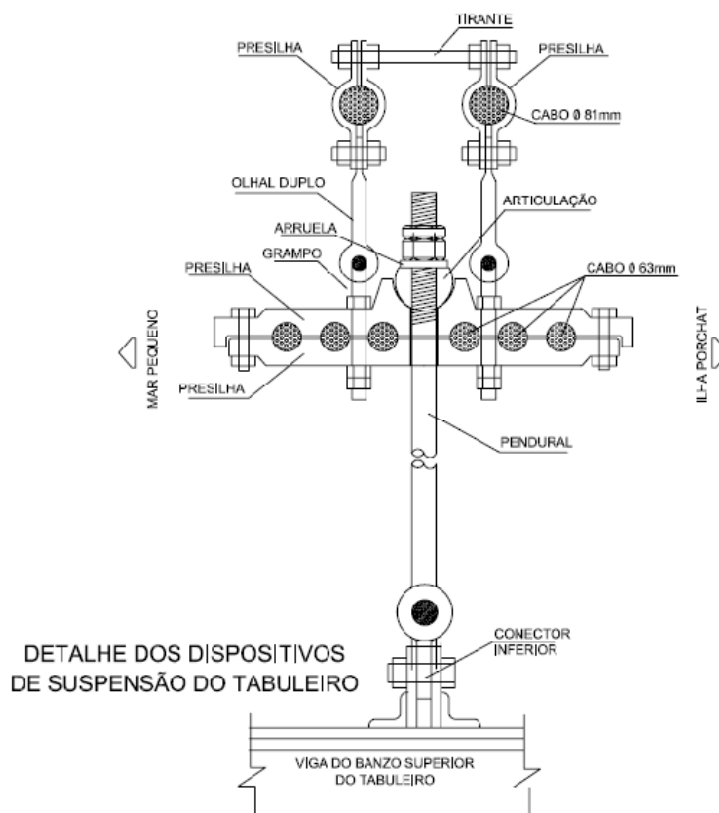


Figura 2.15 - Detalhe das presilhas de suspensão do tabuleiro

2.3.3 Limitações geométricas do Morro dos Barbosas

O *Morro dos Barbosas* encontra-se na aproximação por São Vicente da Ponte Pênsil, conforme podemos observar pela fotografia recente na Figura 2.16 e pelo diagrama digitalizado do Anteprojeto, na Figura 3.1. Atualmente existe uma pequena faixa costeando a formação geológica, ocupada quase integralmente pela pista de rolamento de único sentido, até a Ponte Pênsil. Existe também, imediatamente em frente à ponte uma pequena base de policiamento militar.

Com detalhe, podemos ver na Figura 2.17 as curvas de nível e sua cota máxima de 84 metros. Fica evidente também que no sentido de Praia Grande (Sul da carta) não apresenta limitação geométrica como o sentido de São Vicente (Norte da carta).



Figura 2.16 - Aproximação de São Vicente, Morro dos Barbosas

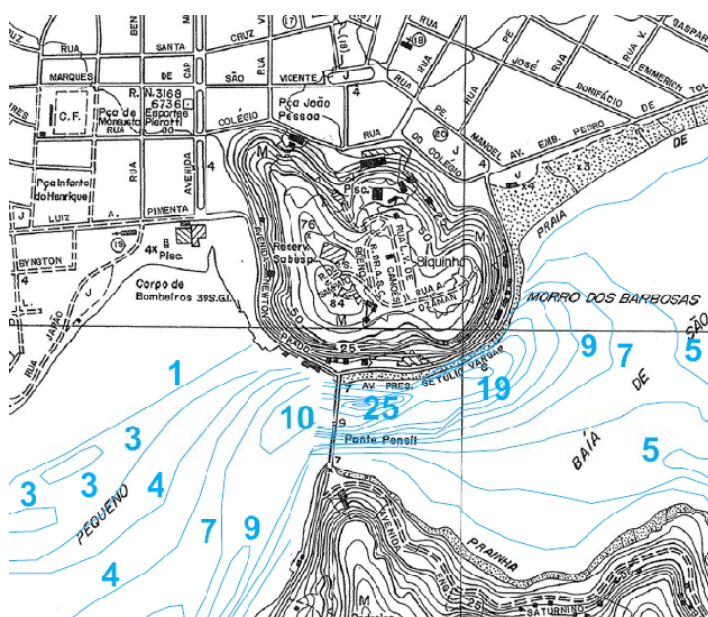


Figura 2.17 - Detalhe do Morro dos Barbosas, da carta planimétrica do IGC

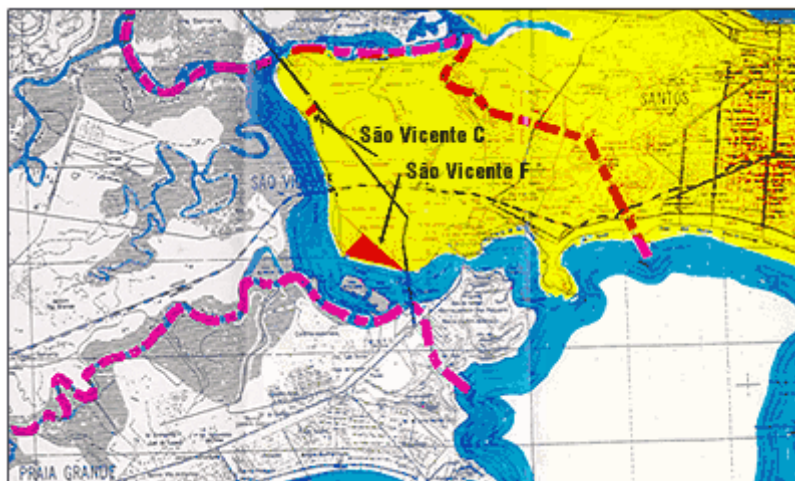


Figura 2.19 - Comunidade México 70

A ocupação irregular de áreas é um problema atualmente enfrentado pelo Porto de Santos. Citamos o caso de duas favelas na margem esquerda do Porto, as comunidades de *Prainha* e de *Coiceiçãozinha*, que abrigam aproximadamente 2.000 famílias numa área de mais de 200 mil metros quadrados. Há mais de 20 anos foi iniciada a ocupação destas áreas, que se pretende sejam desocupadas.

Estão sendo utilizados recursos do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) para a realocação destas famílias. A área hoje ocupada pela comunidade *Prainha* deve ser convertida num novo terminal de contêineres com dois berços de atracação de navios e uma capacidade para movimentação de 430 mil contêineres por ano. Os investimentos previstos para os dois projetos somam US\$ 500 milhões. O governo, entre o Guarujá e o governo federal, prevê investimento de R\$ 85 milhões para o financiamento das indenizações das famílias, compra de uma gleba e a construção de casas a cerca de dois quilômetros continente adentro.

As projeções da CODESP, que administra o porto, são que as estruturas portuárias com novos terminais de contêineres que serão instalados nas atuais áreas de ocupação elevarão a capacidade de movimentação de carga de 80 a 110 milhões de toneladas por ano. Nota-se que a ampliação sobre estas áreas de atual ocupação poderiam aumentar em quase 40% a capacidade produtiva do mais importante porto brasileiro, e, no entanto este impasse se arrasta por mais de 20 anos. Esta situação ilustra as dificuldades que poderiam ser enfrentadas caso



Figura 2.21 - Ampliação da Figura 2.20

Foi constatado que a área do estuário vicentino, hoje ocupada por vegetação de manguezal, encontra-se degradada pelas ocupações irregulares a partir da Ponte do Mar Pequeno.

A análise planialtimétrica da área deve ser realizada considerando também as variações do nível do mar ao longo do tempo (em pelo menos 100 anos). Neste período, prevê-se uma elevação do nível do mar de até 100 cm. Esta elevação necessariamente significa que algumas regiões hoje ocupadas por manguezais estão fadadas ao desaparecimento.

Nas áreas continentais, caso a elevação do nível do mar não seja abrupta, a vegetação dos manguezais pode se adaptar, devido sua capacidade migratória. Porém, nas regiões ilhadas a vegetação não possui área para migração, conforme a Figura 2.22. Desta forma, as regiões de manguezal marcadas pela SMA, ampliadas na Figura 2.21 podem ser questionadas quanto sua preservação e existência no futuro próximo.

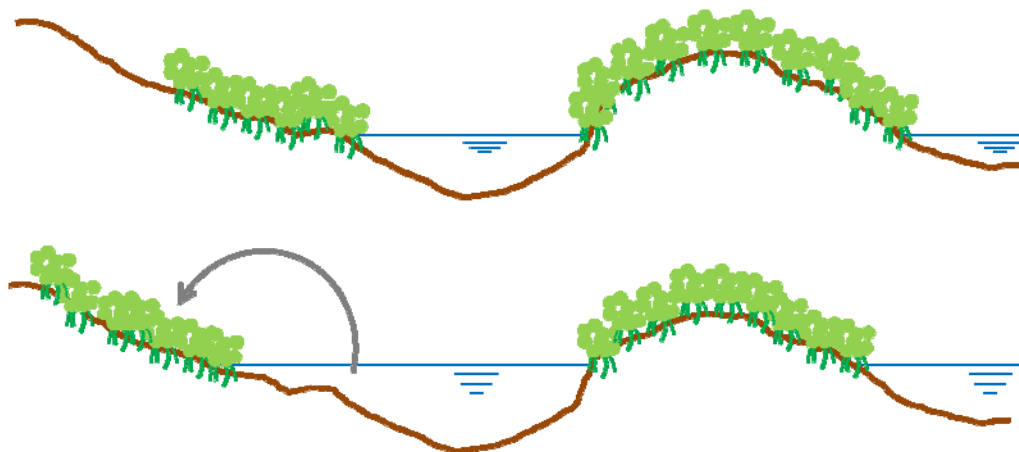


Figura 2.22 - Migração da vegetação de um manguezal com a elevação do nível do mar

2.5 Análise de demanda

2.5.1 Saturação do Porto de Santos

A crescente demanda de mercadorias e contêineres escoados via porto de Santos vêm saturando a infra-estrutura existente na região, sendo cada vez mais necessária a ampliação das já existentes instalações e a construção de novas áreas portuárias.

Para melhor compreensão da questão de saturação das áreas portuárias podemos dividir o complexo portuário de Santos em dois: margem esquerda (Guarujá) e margem direita (Santos). A margem direita contempla os terminais portuários mais antigos, focados inicialmente na movimentação de granéis, e que com o processo global de containerização das cargas acabaram abandonando o modelo antigo para focar na movimentação de contêineres. Estes terminais são caracterizados pela alta taxa de utilização tanto dos berços de atracação quanto das retroáreas de armazenamento de mercadorias, uma vez que não há possibilidade de expansão física de seus terminais, estando localizado dentro da cidade de Santos. Já na margem esquerda, vemos os terminais mais recentes com menores taxas de utilização e com possibilidades, ainda que restritas, de expansão.

Frente a esse contexto e dada a importância do porto de Santos para a economia, o governo resolveu enquadrar algumas obras a serem realizadas no porto

dentro do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), dentre elas a dragagem do canal de Santos e a discussão da construção de um novo porto na região. A questão da dragagem beneficiaria os terminais da região, porém não resolveria a questão da saturação.

O projeto de implantação de um grande terminal de granéis e contêineres na ilha dos Bagres, próxima a Ilha de Barnabé, chamado de Barnabé-Bagres vêm sendo discutido para resolver essa questão. Porém, após estudo realizado por diversos operadores portuários juntamente com o órgão regulador (CODESP), constatou-se que questões ambientais, dado que o porto localizar-se-ia numa região de manguezais, e questões de “*funding*” inviabilizariam o projeto. Dessa forma o processo de concessão do porto foi adiado sem previsão de retorno à discussão.

Dada a impossibilidade de construção de novos terminais por questões físicas e ambientais, alguns operadores portuários localizados na margem direita resolveram iniciar a expansão das suas instalações, porém alguns fatores políticos acabaram por adiar estes projetos. A *Santos Brasil*, maior operadora local, com 50% de participação no total de cargas movimentadas no porto de Santos, foi o único operador a conseguir construir um novo terminal, apesar de esse ter tido seu projeto aprovado pela autoridade portuária 5 anos antes. Entretanto, o maior dos projetos da companhia, envolvendo a construção de um novo terminal próximo ao Terminal de Exportação de Veículos (TEV), também operado pela companhia, vem sendo adiado por mais de 4 anos devida a falta de autorização da justiça para retirada de uma pequena favela na região, como citado anteriormente.

A falta de áreas disponíveis para construção de novos terminais e ampliação da infra-estrutura de transporte na região, assim como a falta de eficiência destes sistemas de transporte, vêm tornando necessário a exploração comercial de áreas de municípios vizinhos e São Vicente se enquadra como o mais propício para essa expansão.

Desta forma, tornaria disponível a exploração comercial de áreas do município de São Vicente, ampliando a capacidade produtiva do Porto de Santos sem a necessidade de maiores investimentos nas rodovias e ferrovias que hoje atendem o porto, e sem gerar maiores inconvenientes ao trânsito do município. A região adjacente à Ponte Pênsil já é atendida pela Rodovia dos Imigrantes.

2.5.1.1 *Perspectiva de uma Bacia Hidrográfica do Porto de Santos*

Foi apresentada na sede da Companhia Docas do Estado de São Paulo (CODESP), no dia 2 de dezembro de 2008, a proposta “*Perspectiva de uma Bacia Hidrográfica do Porto de Santos*”. Esta proposta vislumbra a conexão, por meio de rios da região, de seis dos nove municípios que constituem a Região Metropolitana da Baixada Santista, na qual se situa o porto, possibilitando estender o sítio do Porto de Santos, na construção de um complexo portuário industrial globalizado.

Com raras exceções, os portos brasileiros não utilizam os rios para escoar suas mercadorias e aumentar a sua área de operação, como ocorre com portos estrangeiros, especialmente na Europa. O resultado esperado pela proposta é a distribuição de riqueza por todos os municípios da região e desafogar o trânsito rodoviário das vias urbanas, com redução da poluição ambiental e ganho de crédito carbono.

O potencial do conjunto de rios que deságuam direta ou indiretamente no estuário é suficiente para elevar em 10 milhões de toneladas/ano a movimentação de cargas do porto, ao custo estimado de US\$ 10 bilhões, em uma década. Santos movimenta por ano cerca de 80 milhões de toneladas de cargas.

A exposição atraiu o interesse das cidades que compõem a Baixada Santista, que inclui nove municípios. Guarujá, entre eles, que já conta com a margem esquerda do porto de Santos, aprovou em seu plano diretor uma área de 3,2 milhões de metros quadrados, junto ao canal de Bertioga, para atividades retroportuárias, que também poderão ser expandidas para portuárias. Praia Grande tem aprovada a construção de um aeroporto de cargas, a fim de interagir com importações e exportações por Santos. São Vicente conta com um distrito industrial, o qual quer integrar-se a Santos, com retroáreas portuárias, e ao interior paulista.

Desde então várias discussões foram consideradas pela CODESP, sem grande avanço. Cita-se como exemplo a intenção da empresa CARBOCLORO, que desde a década de 90 busca a implantação de transporte de sal por hidrovias (barcaças), reduzindo tempo de viagem, custos operacionais e aumentando sua produção anual, desafogando as vias rodoviárias de acesso ao porto por 60 mil caminhões/ano. Esta empresa dispõe de projeto detalhado, e investimento estimado

em R\$ 23 milhões de reais na construção de toda infra-estrutura necessária para receber 610 milhões de toneladas de sal por ano, quase 40% a mais que as atuais 440 mil toneladas. O projeto inclui a construção de 4 *dólfins* no Largo do Canéu, área que fica entre o Terminal de Granéis Líquidos da Alemoa e a Ilha Barnabé. No local, os *grabs* (guindastes) descarregarão o sal para as barcaças que percorrerão a hidrovia até o cais da Carbocloro, passando pelos Rios Casqueiro, Cascalho e Cubatão. Em 2006 havia intenção de operação desta hidrovia ainda em 2009, que não ocorre.

2.5.2 A indústria de pesca

Aproximadamente 70% da produção pesqueira da Baixada Santista é escoada via Porto de Itajaí. A produção pesqueira da Baixada Santista corresponde a cerca de 15% do total nacional, porém mesmo frente a este cenário os portos regionais não são destinados ao escoamento de tal produção. Assim, faz-se necessário o transporte de tal carga até o Porto de Itajaí para então ser levada ao mercado consumidor (Figura 2.23).

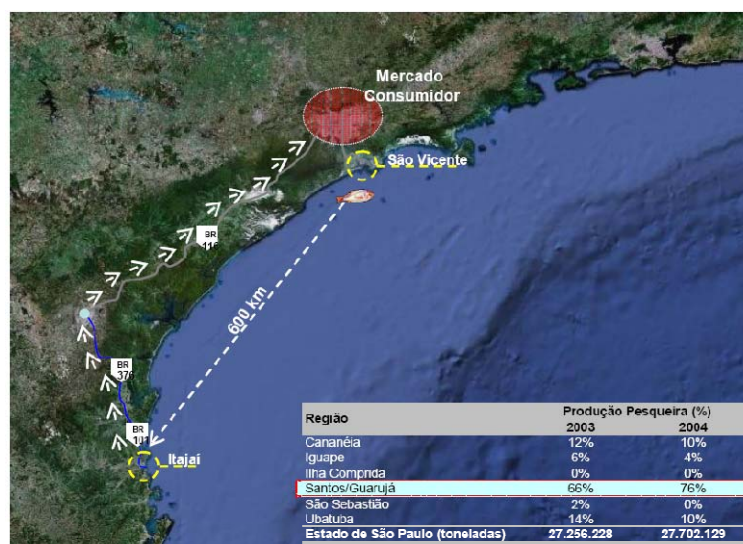


Figura 2.23 - Fluxo da produção pesqueira da Baixada Santista
 Fonte: Instituto da Pesca do Município de São Paulo e livro "Obras e Gestão de Portos e Costas" (Prof. Alfredini)

A criação de um novo terminal pesqueiro na região poderia absorver parte da produção e tornaria o pescado da região mais competitivo frente ao cenário

nacional, dado que os custos de transporte até o Porto de Itajaí seriam suprimidos e o produto chegaria mais barata e rapidamente em São Paulo, maior mercado consumido.

2.5.3 Navegação recreativa: marinas

Em 1995 havia 110 marinas marítimas e fluviais operando no Brasil, sendo que, das marítimas, mais da metade se concentra nos litorais dos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro, com capacidade para abrigar 5.000 barcos de uma demanda de mais de 50.000. (Alfredini, 2005)

A oferta de vagas molhadas para iates e veleiros se distribui pelo litoral paulista, principalmente por Guarujá, pelo Canal da Bertioga e na região de São Sebastião e Ilhabela. Dentre as marinas e iate clubes contatados não foi possível discriminar em detalhes a oferta e demanda atual. O estuário vicentino possui um pequeno número de iate clubes, de pequeno porte, concentrados adjacentes à Ponte Pênsil.

As principais regiões de oferta de clubes náuticos marítimos estão em desvantagem de acesso em relação ao estuário vicentino para a capital estadual. Evidentemente há demanda para uma região de lazer náutico marítimo em região favorecida de acesso e infra-estrutura como São Vicente. As atuais marinas e iate clubes, do município vicentino, contatadas relatam a dificuldade de operação sob a Ponte Pênsil. Relatam que em muitos momentos as embarcações apresentam dificuldade para entrar ou sair do estuário vicentino, precisando aguardar as variações de maré para atravessar.

2.5.4 Projeto de hidrovias para transporte de passageiros

Há 15 anos houve um projeto de lei para a criação de linhas de transporte hidroviário ligando bairros vicentinos das áreas insulares e continental ao Casqueiro, em Cubatão. Porém, pelo fato de ser uma alternativa de transporte metropolitano, precisava de autorização do Governo do Estado. O projeto não foi adiante.

Em março deste ano, conforme publicação do Jornal A Tribuna, foi solicitada à prefeitura Municipal de São Vicente, pelo vereador líder do governo na câmara, Roberto Rocha, um estudo de viabilidade técnica para transformação dos rios Piaçabuçu, Mariana e Branco, além do próprio estuário vicentino, em canais de transporte público hidroviário. O que se pretende agora envolve somente o município vicentino.

Dentre as rotas propostas para o estudo, o trajeto do Centro (área insular) para o Humaitá (bairro da área continental) leva no mínimo uma hora. Em embarcação, pelo Rio Mariana, este trajeto pode ser realizado em no máximo 20 minutos. Além da agilidade no transporte também é citada a paisagem natural do trajeto em comparação ao trânsito caótico do trânsito, atualmente única alternativa utilizada pela população.

O estudo proposto baseia-se na instalação de atracadouros e píeres fixos, ou mesmo flutuantes, para o embarque e desembarque de passageiros nos pontos iniciais e finais das rotas. O objetivo da solicitação foi de receber aval técnico da Prefeitura para poder elaborar projeto de lei específico para criação do sistema.

A utilização atual do estuário vicentino é de pesca amadora, profissional e turística, como pesca esportiva e passeios náuticos particulares. Cita-se também um exemplo da indústria local *Brastubo*, que fabrica tubulação para emissários submarinos e seus acessórios, e transporta sua produção pelo estuário vicentino, quando conveniente.

Em abril de 2009 o projeto de transporte aquaviário foi encaminhado pelo prefeito Tércio Garcia para a Câmara Municipal, autorizando a criação do sistema de transporte público e também turístico aquaviário pelos rios vicentinos. Os percursos sugeridos estão ilustrados na Figura 2.24. Com a aprovação do projeto, uma comissão técnica da Prefeitura será formada com integrantes das secretarias de Obras, Urbanismo e Serviços Públicos, de Meio Ambiente, de Transporte, Segurança e Defesa Social e de Turismo. A partir daí serão dois meses de estudos de viabilidade logística. O projeto, sendo aprovado e colocado em prática, visa à geração de emprego e renda, além da redução de tempo de viagem para as comunidades envolvidas.

Este projeto mostra o potencial aquaviário de São Vicente e o interesse governamental para o transporte de passageiros de a área insular para continental.

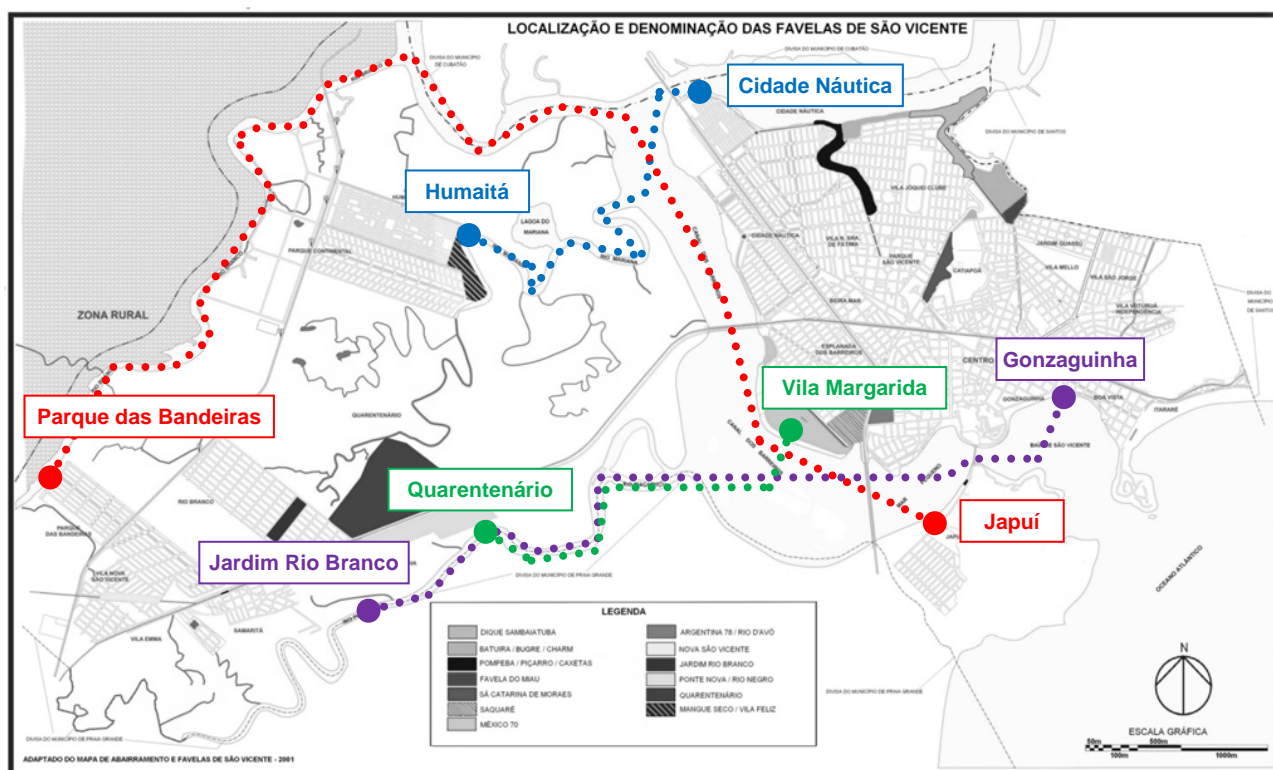


Figura 2.24 - Percursos Sugeridos para o sistema aquaviário de transporte de passageiros de São Vicente

2.6 Recomendações da PIANC

A *Permanent International Association of Navigation Congress* (PIANC) é um órgão internacional que provê instruções para o transporte aquaviário sustentável, para portos e hidrovias. É constituído como uma organização não governamental e sem fins lucrativos, que organiza discussões e publica congressos, conferências e seminários sobre os diversos assuntos relacionados à navegação. Foram consultados diversos dos seus boletins e relatórios técnicos relacionados com hidrovias, portos pesqueiros, navegação recreativa e a interação com o meio ambiente nestas situações.

De forma geral, a PIANC revisa e discute os padrões atualmente adotados pelos diversos países da União Européia, Américas, Oceania e eventualmente demais códigos e recomendações publicados. Suas publicações são de suma importância para a criação e adequação de uma nova área portuária com as mais

avanças práticas e recomendações internacionais relacionadas. São relacionados tópicos de maior importância relacionados com o escopo deste projeto.

2.6.1 Navegação recreativa e o meio ambiente

O relatório elaborado pela PIANC titulado Navegação recreativa e o Meio Ambiente objetiva auxiliar os gerenciadores de hidrovias, a indústria portuária e os planejadores e reguladores da navegação recreativa e o desenvolvimento associado. A recreação a barco pode conflitar com a proteção dos recursos naturais, devendo, portanto ser determinado com rigor os potenciais impactos relacionados dessa atividade com o meio ambiente.

Nos últimos anos a popularidade do lazer náutico vem crescendo em larga escala. Por exemplo, nos Estados Unidos, país de maior frota de barcos do mundo o número total de embarcações recreativas duplicou nos últimos 30 anos: de 8,8 milhões em 1970 para mais de 16,2 milhões em 1997. Na América do Norte, a razão atual é de 1 barco para cada 16 habitantes. Em países europeus esta mesma relação atinge índice de 1 barco para cada 7 pessoas em países como Noruega, Finlândia e Suécia, 1 barco para cada 15 habitantes na Dinamarca e 1:40 no Reino Unido. Segundo Alfredini (2005), no Brasil temos uma relação de 1 barco recreativo para aproximadamente 3600 habitantes.

A indústria do lazer náutico pertence a um setor que se utiliza muito do meio ambiente. Sua própria existência depende de águas claras. Danos ambientais provindos das atividades relacionadas às embarcações são associados diretamente com o usuário, e em particular com a forma com a qual os equipamentos são operados.

Na análise dos potenciais impactos ambientais gerados pela navegação recreativa e alternativas de gerenciamento das atividades relacionadas é importante considerar os seguintes fatores:

- Quais os tipos de aquávias utilizadas?
- Quais as características físicas destas aquávias?
- Quais os tipos de embarcações utilizadas?

- Quais as atividades serão realizadas dentro e fora da água?
- Existem atividades de manutenção que devem ser relacionadas?

Estas questões devem ser respondidas de forma a detalhar informações como o tamanho das embarcações; substrato do leito; variação de maré e salinidade da água. O comprimento das embarcações é significativo, pois permite considerar se é possível ou não pernoitar nas embarcações e viajar longas distâncias, permitindo maior liberdade para acessar sítios ambientalmente sensíveis.

A combinação das características físicas da área navegável, os tipos de embarcações utilizadas e a frequência de uso que determinaram os efeitos à natureza e a extensão de quaisquer impactos ambientais.

Impactos ao meio ambiente causados pela navegação recreativa raramente ocorrem em áreas extensas. Ao invés, tendem a se concentrar em áreas limitadas e especiais, como as seguintes citadas:

- Habitat sensível à interferência humana;
- Raros tipos de ecossistema;
- Áreas com grande variedade ecológica;
- Fauna e flora raras;
- Áreas de proteção necessária (para consumo da água, por exemplo);

A capacidade das embarcações utilizadas é um conceito importante para a determinação do número de usuários a serem acomodados pela área de navegação recreativa sem perda da qualidade ambiental e prejuízo à experiência do usuário. É importante considerar ambas as capacidades sociais e ambientais do meio analisado.

Capacidade social: relacionada com o número de pessoas que podem ocupar e realizar suas atividades de lazer confortavelmente. Evidentemente esta capacidade depende dos usuários e pode variar entre regiões e culturas. A provisão de estrutura auxiliar (por exemplo, estacionamento para veículos terrestres na região adjacente) pode ser utilizada como forma regulamentadora do limite de capacidade social da área recreativa.

Capacidade ambiental: relaciona-se com a extensão suportada pelo habitat, ou pelas espécies do meio ambiente sem que haja deterioração ambiental ou física da região de forma inaceitável. A determinação desta característica é extremamente difícil e existem poucos estudos que auxiliem seu dimensionamento.

O modelo publicado pela PIANC divide toda área inundada nas seguintes categorias: coluna d'água; leito do canal; região afetada pela variação de marés e terreno adjacente - de diferentes características físicas, químicas e biológicas, onde ocorrem diferentes interações com o ser humano. A Figura 2.25 representa esta subdivisão e a Figura 2.26 os impactos potenciais gerados pela atividade humana relacionada com as embarcações recreativas e sua manutenção.

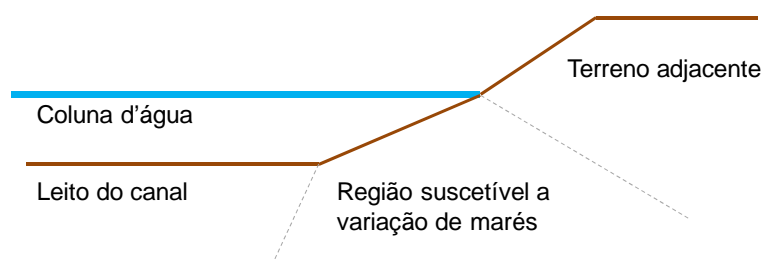


Figura 2.25 – Diagrama de categorias para considerações de impactos ambientais de navegação recreativa, adaptado de PIANC, 2002

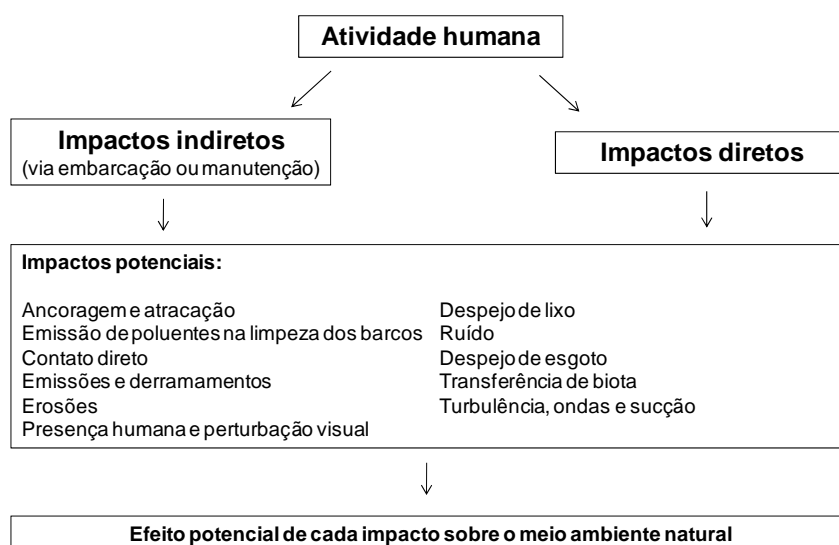


Figura 2.26 – Impactos potenciais da embarcação recreativa e manutenção, associados com a atividade humana, adaptado de PIANC, 2002

Tabela 2.2 - Matriz resumo dos impactos potenciais de embarcações recreativas, uso e manutenção, associados com a atividade humana, adaptado de PIANC,2002

Impacto potencial	Categorias para consideração de impacto ambiental							
	Coluna d'água		Leito do canal		Área de variação de maré		Terreno adjacente	
	Fauna	Flora	Fauna	Flora	Fauna	Flora	Fauna	Flora
Ancoragem e atracação			•	•	•	•	•	•
Emissão de poluentes na limpeza dos barcos			•	•	•			
Contato direto	•	•	•	•	•	•		
Emissões e derramamentos	•	•	•	•	•	•	•	•
Erosão			•	•	•	•		
Presença humana	•	•	•	•	•	•	•	•
Despejo de lixo	•	•	•	•	•	•	•	•
Ruído	•		•		•		•	
Despejo de esgoto	•	•	•	•	•	•		
Transferência da biota	•	•	•	•	•	•	•	•
Turbulência, ondas e sucção	•	•	•		•	•	•	•

Este modelo fornece um ponto inicial para os gerenciadores da área de navegação recreativa considerar os potenciais impactos ambientais na região analisada. Em nível local é importante detalhar as características do habitat por um especialista consultor como parte do processo de determinação e mitigação dos impactos ambientais.

Uma variedade de técnicas e métodos pode ser utilizada para informar os usuários sobre os cuidados com o meio ambiente na região de navegação recreativa. A sinalização, por exemplo, pode indicar as regiões acessíveis do estuário navegável como rampas, atracadouros públicos, marinas e etc. Através do devido conhecimento e planejamento da área navegável é possível identificar as regiões onde a navegação recreativa deve ser incentivada, evitada e proibida, assim como devem ser devidamente divulgadas e sinalizadas.

Instalações sanitárias adequadas e locais apropriados para o despejo do esgoto sanitário das embarcações são essenciais para a proteção da qualidade da água e prevenção da poluição. Marinas e atracadouros devem prover tanques para coleta de óleo das embarcações, preferencialmente encaminhado para reciclagem.

O controle das atividades e do tráfego deve ser empregado conforme análise do gerenciador da região recreativa. O zoneamento do estuário, por exemplo, pode definir diferentes tipos de restrições, conforme operação das atividades e monitoramento ambiental. Se uma atividade particular estiver causando prejuízo ambiental é possível limitar ou restringir esta atividade ao invés de restringir todas as atividades recreativas, através do zoneamento. O tráfego também pode ser afastado das regiões ambientalmente sensíveis, além da divisão de períodos das atividades, no horário diário ou nos períodos de reprodução de espécies, por exemplo.

O desenvolvimento sustentável é a chave para o sucesso do crescimento da indústria náutica recreativa, particularmente dependente do meio ambiente limpo e livre de contaminantes.

2.6.2 Padronização das dimensões de vias navegáveis para lazer náutico

Elaborado pela Comissão Permanente de para Navegação Esportiva e Recreativa, para pesquisar as dimensões das embarcações recreativas e estabelecer uma relação entre suas dimensões e as dimensões padronizadas das vias navegáveis. São tratadas como embarcações recreativas as tais que possuam até 20m de comprimento e capacidade menor de 12 passageiros. Embarcações com mais de 20m são consideradas de grande porte na Europa, e as embarcações para mais de 12 passageiros consideradas embarcações de transporte de passageiros.

A comissão sugere a classificação das embarcações recreativas em 3 categorias:

- RA: barcos abertos de pequeno porte, canoas, barcos a remo, etc;
- RB: barcos médios com cabine e veleiros;
- RB: iates grandes motorizados

O mercado de iates e barcos motorizados é um negócio comumente internacional, enquanto grande parte destas embarcações é produzida em um país e utilizada em outros. Este é um mercado em franco crescimento, porém ameaçada pela construção de diversas estradas e pontes fixas limitantes à navegação.

Como a navegação recreativa é um assunto de enorme importância para as atividades turísticas, as restrições de navegação podem representar um retrocesso significativo para regiões e cidades dependentes do turismo para seu desenvolvimento.

Em contraste com as embarcações comerciais, as embarcações recreativas envolvem uma diversa gama de barcos e construções, tornando impraticável a identificações e classificação dos barcos. Para navegação comercial a dimensão da boca é a característica mais importante para padronização, uma vez que dispõem de recursos operacionais que auxiliem a adaptação de seu calado, como quando estão descarregadas. No entanto, as embarcações recreativas não possuem flexibilidade para baixas profundidades ou a variação da profundidade da água, pois seu calado difere muito pouco quando plenamente carregadas e descarregadas. Portanto, o calado e calado aéreo (distância até seu ponto fixo mais alto, do nível do mar) são as características geométricas importantes a serem consideradas.

Nos países europeus pesquisados podemos enfatizar as seguintes observações:

Na França somente 2,59% das embarcações recreativas possuem mais de 20m de comprimento, e são, portanto grandes barcos recreativos.

Na Alemanha, 95% das embarcações possuem calado aéreo inferior a 3,80m.

Nos Países Baixos, 52% das grandes embarcações são a soma dos barcos motorizados abertos e fechados. Os demais 48% são representados pelos veleiros, cabinados ou não. Do montante de 250.000 embarcações (iates e veleiros) existem 1.200.000 embarcações recreativas pequenas, compreendidas pelos *Jet-skis*, barcos a remo, canoas, barcos infláveis e pranchas de *Wind surf*.

Não foi possível determinar estatisticamente a frequência das embarcações do Reino Unido, porém as embarcações de até 15,08m de comprimento possuem calado aéreo de até 5,58m.

As dimensões das embarcações estadunidenses são consideravelmente maiores que as européias. A razão é que suas atividades recreativas se concentram em regiões costeiras, ou de mar aberto. As dimensões de seus barcos são

difícilmente limitadas por eclusas ou altura de pontes. 95% das suas embarcações possuem até 19,7m de comprimento, 5,4m de calado e até 7,6m de calado aéreo.

A Tabela 2.3 resume as pesquisas realizadas nestes locais, indicando as dimensões das embarcações válidas para até 95% da frota destes países.

Tabela 2.3 – Resumo das dimensões das embarcações recreativas válidas em 95% da frota

País	Comprimento L (m)	Boca B (m)	Calado T (m)	Calado Aéreo H_v (m)
França	15,5	-	-	-
Alemanha	14,0	4,1	1,2	3,8
Países Baixos	12,5	3,7	1,8	3,4
Reino Unido	10,7	2,1	0,9	2,4
Estados Unidos	19,7	5,4	1,6	7,6

Fonte: PIANC, 2000

As vias navegáveis devem atender todo o tráfego, das embarcações comerciais e de passageiros as embarcações recreativas pequenas, denominadas para lazer náutico, com segurança e fluidez ao tráfego.

As categorias de vias navegáveis recreativas sugeridas devem oferecer entendimento imediato, pela sua classificação, dos padrões de navegação e embarcações comportadas. Desta forma, as dimensões dos barcos construídos podem tomar como referência para sua concepção estas dimensões. Devem também garantir que uma embarcação comumente utilizada numa categoria de via navegável possa facilmente utilizar vias navegáveis de categorias superiores à sua.

Tabela 2.4 – Dimensões para construção das embarcações

Categoria	L (m)	B (m)	T (m)	H_v (m)	Tipo de embarcação
RA	5,5	2,0	0,5	1,75	Barcos abertos, canoas, barcos a remo
RB	9,5	3,0	1,0	2,50	Barcos médios com cabine e veleiros
RC	15,0	4,0	1,5	3,75	lates grandes motorizados

Fonte: PIANC, 2000

Esta padronização de dimensão de calado aéreo das embarcações atenderia apenas 5% das embarcações estadunidenses na categoria RC, com 3,75m.

Gabaritos verticais limitados sob pontes fixas e outros obstáculos podem impor uma restrição significativa para o movimento das embarcações. A distância mínima livre necessária é determinada pela localização do ponto fixo mais alto das embarcações, acrescida de uma margem de segurança de 0,25m a 0,30m para erros, ondas e variações inesperadas do nível do mar. Em áreas costeiras, com grande incidência de ondas, recomenda-se uma margem de 0,60m. As dimensões mínimas recomendadas sob pontes estão resumidas na Tabela 2.5.

Tabela 2.5 – Dimensões mínimas recomendadas sob pontes

Categoria	Vão livre W_B (m)		Gabarito vertical H_B (m)
	Mão única	Duas mãos	
RA	5,0	8,0	2,00
RB	6,0	12,0	2,75
RC	8,0	16,0	4,00

Fonte: PIANC, 2000

Aplicam-se outros coeficientes de segurança, sob as dimensões mínimas, relativos às dimensões das embarcações de projeto das vias navegáveis, conforme normas locais.

Pontes móveis podem ser mais baixas que as embarcações de projeto, porém devem prover gabarito vertical mínimo de 2,75m em posição fechada, para que as embarcações de classes RA e RB possam passar sem interrupção do tráfego sobre a ponte. Caso contrário, a operação da ponte móvel tornar-se-ia muito custosa, e o excesso de operações de abertura da ponte causaria deterioração no serviço tanto sob quanto sobre a ponte.

Sinalizações complementares podem ser utilizadas para a navegação recreativa, separando-a da região de tráfego intenso. Este item é extremamente importante em regiões onde embarcações comerciais grandes, ou muito rápidas, operam no canal principal e podem interagir de forma perigosa com a navegação recreativa.

Em regiões de variabilidade do nível d'água rapidamente é importante que haja a devida sinalização do nível da água, provendo segurança aos usuários da via navegável. Pode ser conveniente elaborar um sistema de sinalização para as

temporadas intensas de uso recreativo das vias navegáveis, especialmente em locais de inverno rigoroso quando a prática do lazer náutico é extremamente reduzida. Estas informações podem ser disponibilizadas via telefone, painéis e placas, vídeo-texto, internet, etc.

Recomenda-se que as pontes que possuem gabarito vertical significativamente inferior ao disponível na via navegável seja devidamente sinalizada com um indicador de nível d'água, que provenha informação do gabarito vertical disponível no momento. Esta informação pode alertar o navegante para a necessidade de retornar, caso impossibilitado de atravessar sob a ponte fixa. Esta informação também pode ser útil em locais de rápida alteração do nível d'água.

Comparativamente com embarcações comerciais, as embarcações recreativas são pequenas e vulneráveis no caso de colisão. Conforme citado, uma maneira eficaz de prover segurança é dividir o canal através de bóias sinalizadoras auxiliares, ou até mesmo a construção de áreas de espera específicas para o tráfego comercial operar, evitando operações simultâneas comerciais e recreativas. Navegadores recreativos não são sempre navegadores experientes.

As Figuras 2.27 a 2.38 representam as probabilidades de dimensões das embarcações nos países pesquisados.

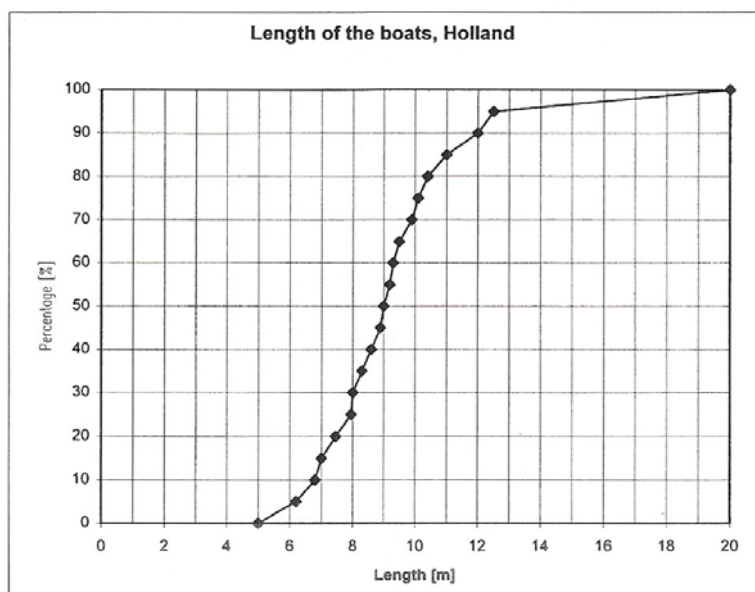


Figura 2.27 - Comprimento dos barcos na Holanda. Fonte: PIANC, 2000

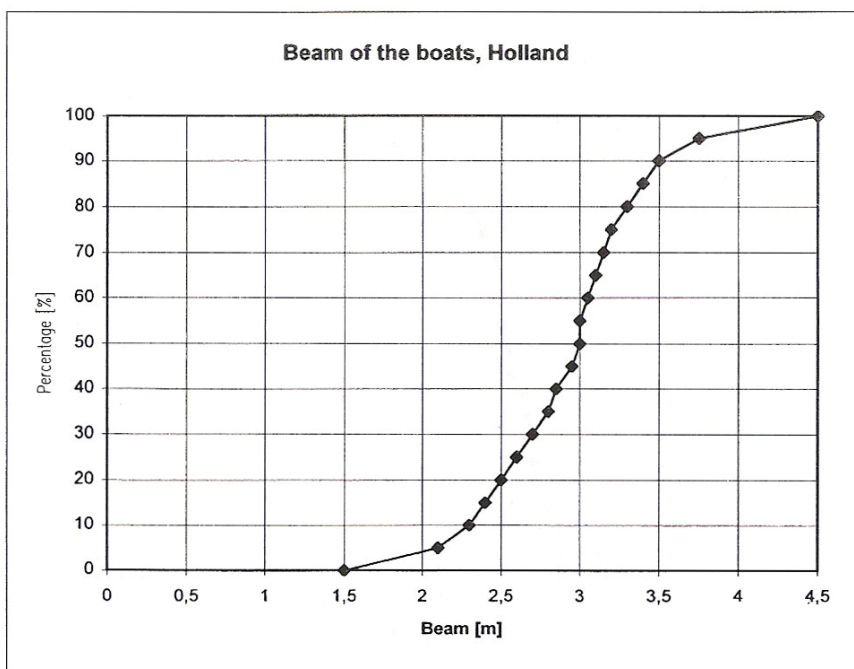


Figura 2.28 - Boca dos barcos na Holanda. Fonte: PIANC, 2000

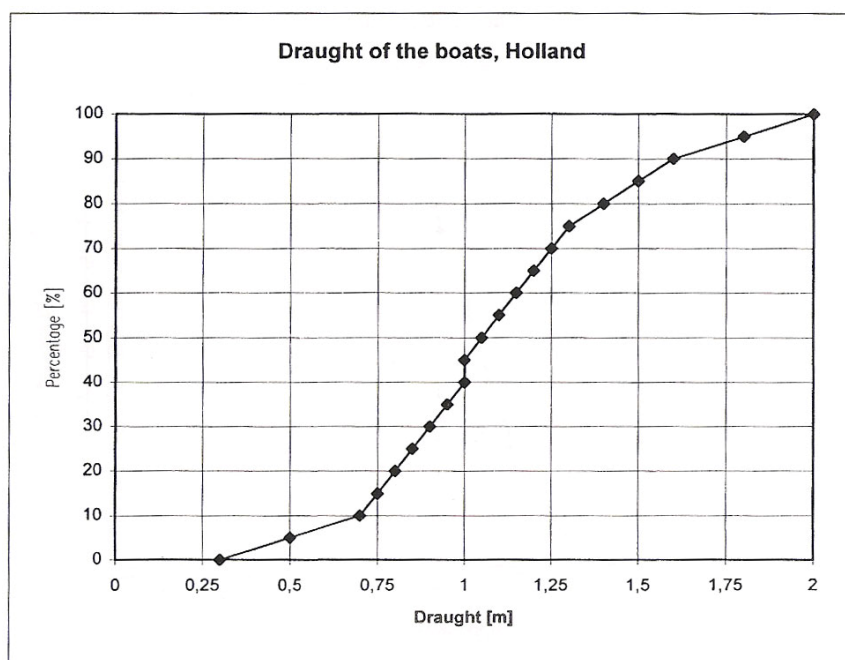


Figura 2.29 - Calado dos barcos na Holanda. Fonte: PIANC, 2000

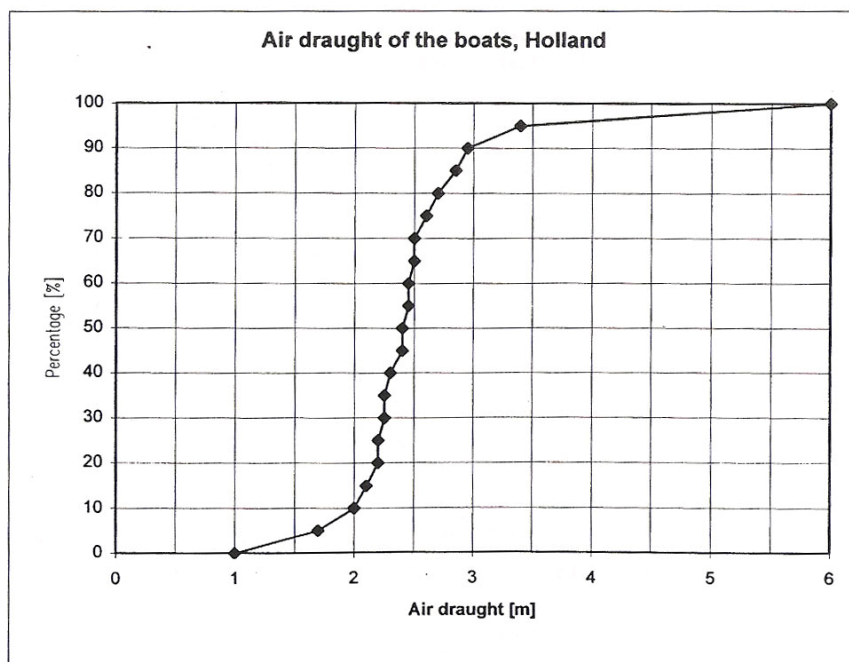


Figura 2.30 – Calado Aéreo dos barcos na Holanda. Fonte: PIANC, 2000

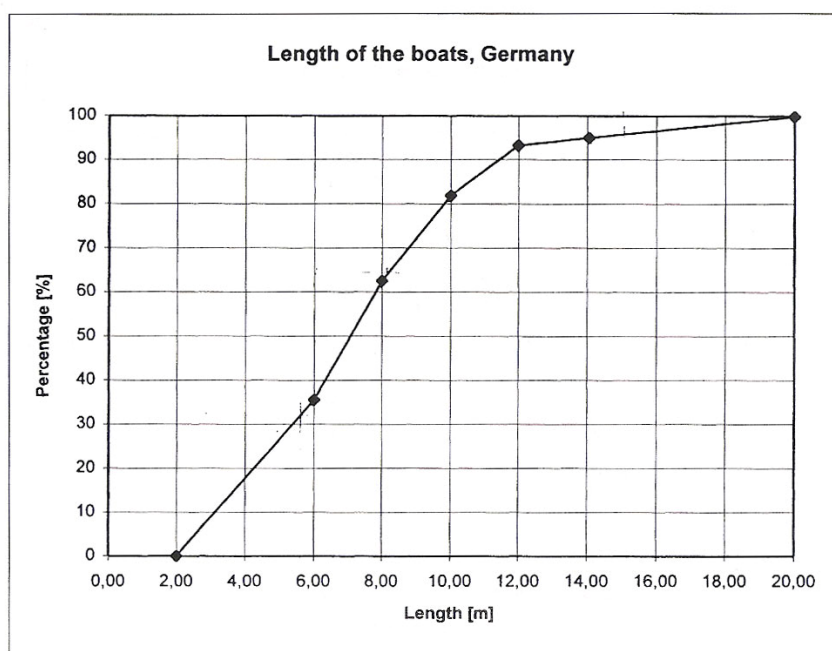


Figura 2.31 - Comprimento dos barcos na Alemanha. Fonte: PIANC, 2000

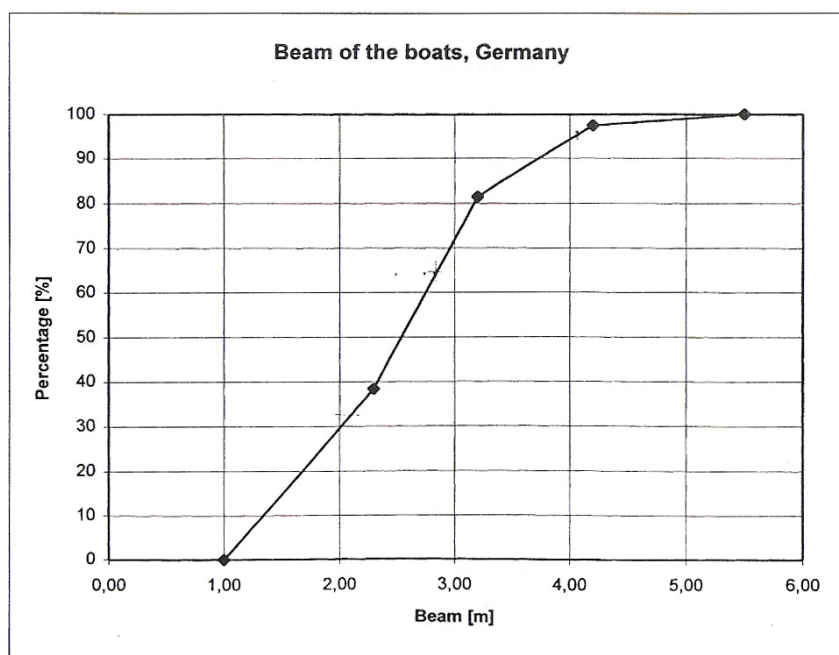


Figura 2.32 - Boca dos barcos na Alemanha. Fonte: PIANC, 2000

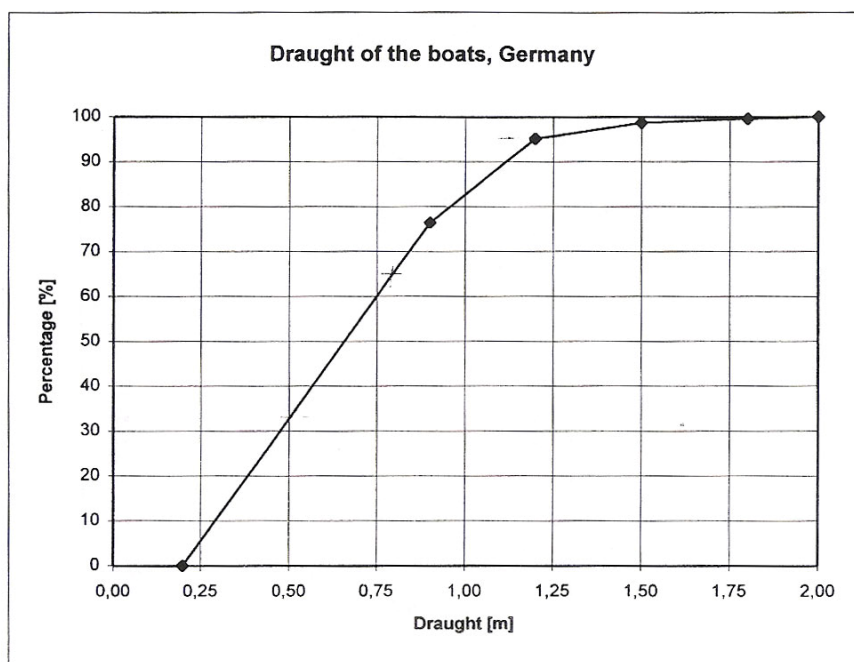


Figura 2.33 - Calado dos barcos na Alemanha. Fonte: PIANC, 2000

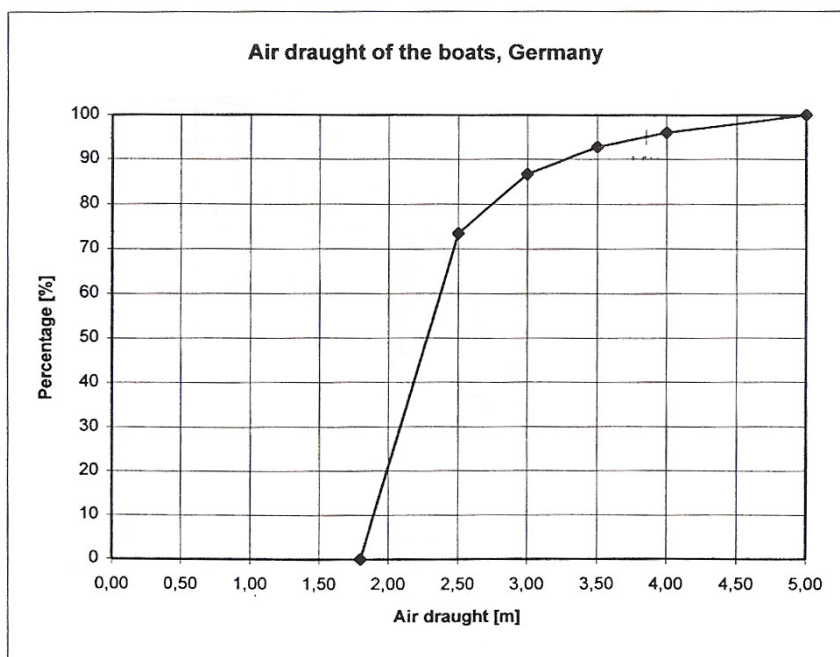


Figura 2.34 – Calado aéreo dos barcos na Alemanha. Fonte: PIANC, 2000

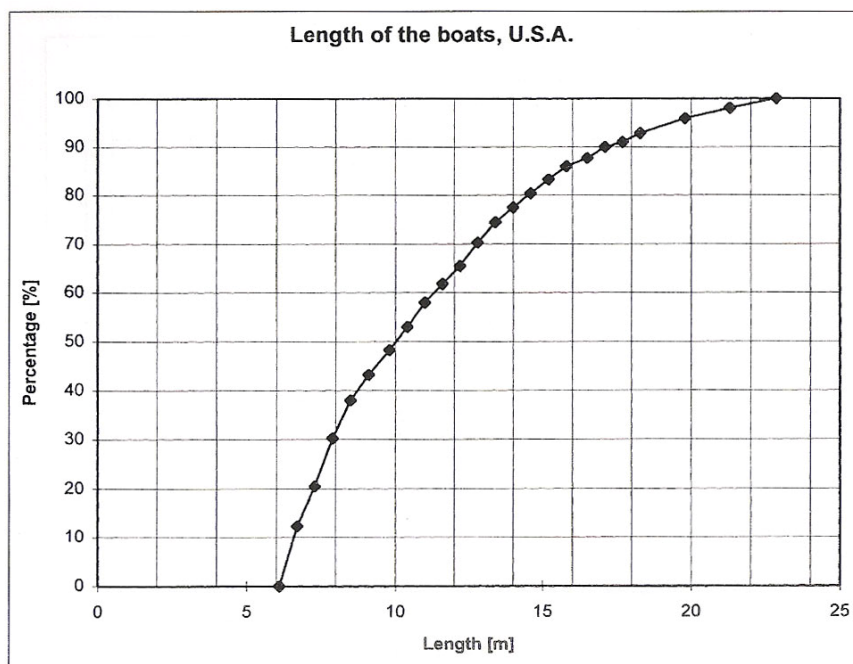


Figura 2.35 - Comprimento dos barcos nos Estados Unidos. Fonte: PIANC, 2000

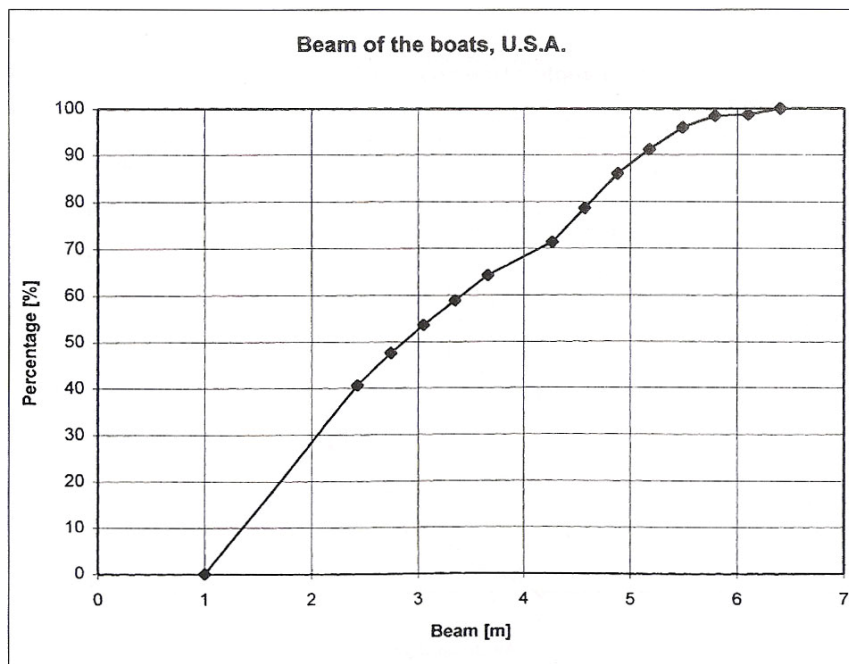


Figura 2.36 - Boca dos barcos nos Estados Unidos. Fonte: PIANC, 2000

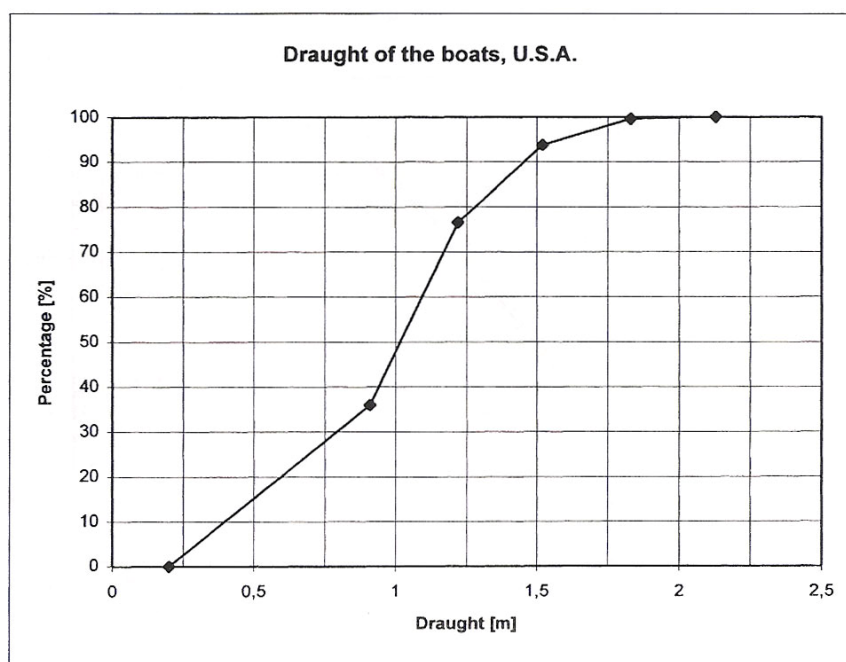


Figura 2.37 - Calado dos barcos nos Estados Unidos. Fonte: PIANC, 2000

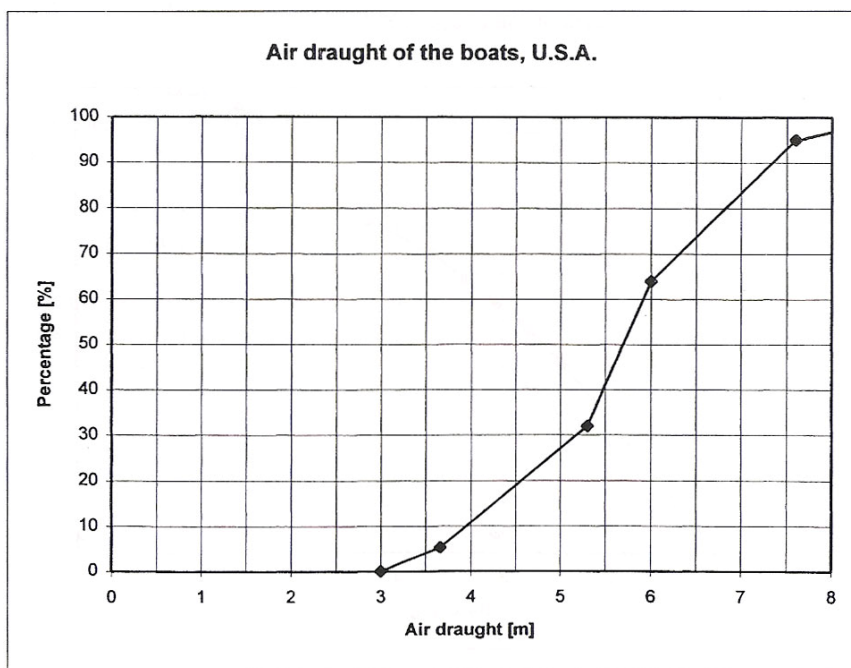


Figura 2.38 – Calado aéreo dos barcos nos Estados Unidos. Fonte: PIANC, 2000

2.6.3 Planejamento de portos pesqueiros

Os portos pesqueiros do mundo se desenvolveram para acompanhar o desenvolvimento tecnológico de sua frota, e variam de facilidades terrestres artesanais para complexas estruturas industriais e modernas. A maioria dos países tem um grande número de pequenos portos pesqueiros, atendendo uma frota gerida por um ou poucos pescadores. Muitos destes portos nunca se desenvolveram além deste estágio, e ainda atendem os objetivos do seu mercado local.

Para barcos pesqueiros de médio porte tem sido construídos portos com instalações e serviços terrestres, e estes portos representam considerável potencial de geração de emprego para as comunidades locais. Esta transformação parece ser a tendência para boa parte dos atuais pequenos portos pesqueiros se desenvolverem, e incorporar atividades recreativas, combinadas com as atividades da pesca.

O planejamento de portos pesqueiros em países em desenvolvimento é um dos grandes desafios deste cenário. Os países costeiros devem estabelecer uma

diretriz estratégica nacional para incentivar o desenvolvimento da sua indústria de pesca.

Todo projeto particular de porto apresenta características únicas. Estas características incluem os recursos disponíveis, tamanho da frota e das embarcações que a compõem, método de pesca, localização, mercado e outros fatores gerais como as políticas de pesca nacionais e internacionais, planejamentos e regulamentações. Os desenvolvedores de portos devem definir as estratégias para um porto em particular considerando estas características.

Os objetivos relacionados com uma política portuária pesqueira são:

- Planejar e desenvolver estes portos a demanda da indústria de pesca, para atingir uma exploração racional e sustentável dos peixes disponíveis para pesca;
- Assegurar que a frota está segura quando aportada;
- Obter e manter as profundidades necessárias para funcionalidade eficiente do porto;
- Assegurar as instalações de atracação para que todas as atividades portuárias funcionem eficientemente;
- Estabelecer bom e seguro acesso à região portuária;
- Em cooperação com as autoridades, assegurar que ambas as áreas marítimas e terrestres são planejadas, construídas e mantidas para que o transporte por terra e mar ocorra de forma eficiente;
- Em cooperação com as autoridades, assegurar que todos os investimentos no porto e sua infra-estrutura, indústria, serviços e transporte terão o maior retorno possível;
- Assegurar um eficiente e racional gerenciamento do porto pesqueiro.

Os portos pesqueiros são somente uma parte de todo o sistema, necessário para exploração dos recursos de peixes locais, conforme a Figura 2.39. O item mais importante para o planejamento de um porto pesqueiro é a pesquisa da quantidade de cada espécie de pescado disponível. Em segundo lugar é necessário encontrar a variação deste recurso ao longo do tempo, devido variações naturais. Todo

desenvolvimento de região costeira deve incluir um plano estratégico para a indústria de pesca baseada em exploração sustentável dos recursos.

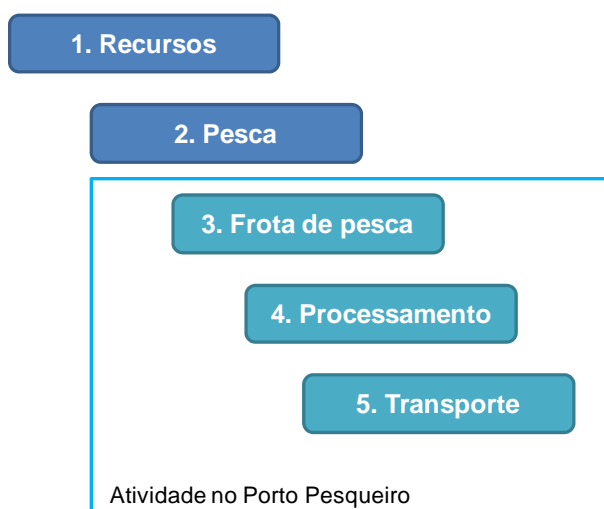


Figura 2.39 - Sistema da atividade pesqueira. Fonte: PIANC, 1998

Com as informações dos recursos, e suas variações, combinadas com as necessidades e políticas locais, é possível estimar a pesca futura, tanto de espécies quanto em quantidade de pescado. O próximo passo no processo de planejamento deve ser a estimativa da frota necessária para exploração racional e sustentável do pescado.

Um aspecto muito importante da indústria de pesca é a análise do mercado dos diferentes produtos que serão produzidos a partir das diferentes espécies extraídas. O mercado demanda como o pescado deve ser processado, portanto as informações do mercado e sua estabilidade são questões vitais que devem ser consideradas para o planejamento das instalações.

Enquanto os portos pesqueiros podem variar de pequenos e com instalações simples (o primeiro estágio na evolução de um porto pesqueiro) para grandes e avançados, pode ser útil para comunicação, discussão e recomendações classificar os portos de acordo com seus métodos de extração de pescado, distribuição ou instalações disponíveis. A Tabela 2.6 apresenta as principais categorias de portos pesqueiros.

Tabela 2.6 – Categorias de portos pesqueiros

Instalações	Artesanal	Desenvolvido	Avançado
Tamanho aproximado das embarcações em tpb (toneladas de porte bruto) e equipamentos disponíveis à bordo.	Barcos pequenos de até 15t para pesca próxima da costa em até 1 dia. Sem auxílios de navegação.	Barcos grandes de até 200t para viagens de vários dias até poucas semanas. Preservação do pescado em gelo.	Barcos de até 2.000t ou mais, inclusive barcos industriais. Podem ficar em alto mar durante várias semanas. Tratamento com gelo e plantas de refrigeração. Auxílios de navegação e pesca.
Método de pesca e processamentos disponíveis.	Peixes de águas rasas para consumo imediato após atracação.	Pescado viável para indústrias, incluindo enlatados e outros processamentos.	Pescado para processamento em massa.
Instalações portuárias disponíveis	Estruturas terrestres possivelmente com molhes para proteção de ondas e correntes. Instalações para abastecimento de combustível e demais pequenos equipamentos.	Estrutura terrestre com proteção de ondas e correntes. Instalações de carga e descarga, píeres, suprimentos, reparos e certo nível de processamento. Transporte do pescado. Construção de barcos. Auxílios para navegação.	Estrutura terrestre com proteção de ondas e correntes. Instalações de carga e descarga, píeres, suprimentos, reparos. Fábricas para processamento do pescado incluem depósitos refrigerados, enlatamento, cura, óleo e fabricação de fertilizante. Transporte de grande porte para o pescado. Construção de barcos. Auxílios para navegação e previsão metrológica.

Fonte: PIANC, 1998

Desta forma, o processo de planejamento de um porto pesqueiro se torna um processo complexo e contínuo, iniciado pela análise de oferta de pescado, determinação das necessidades de exploração, análise econômico-financeira das alternativas, construção, operação e retroanálise das necessidades de ampliação do porto pesqueiro, conforme detalhamento do diagrama da Figura 2.40.

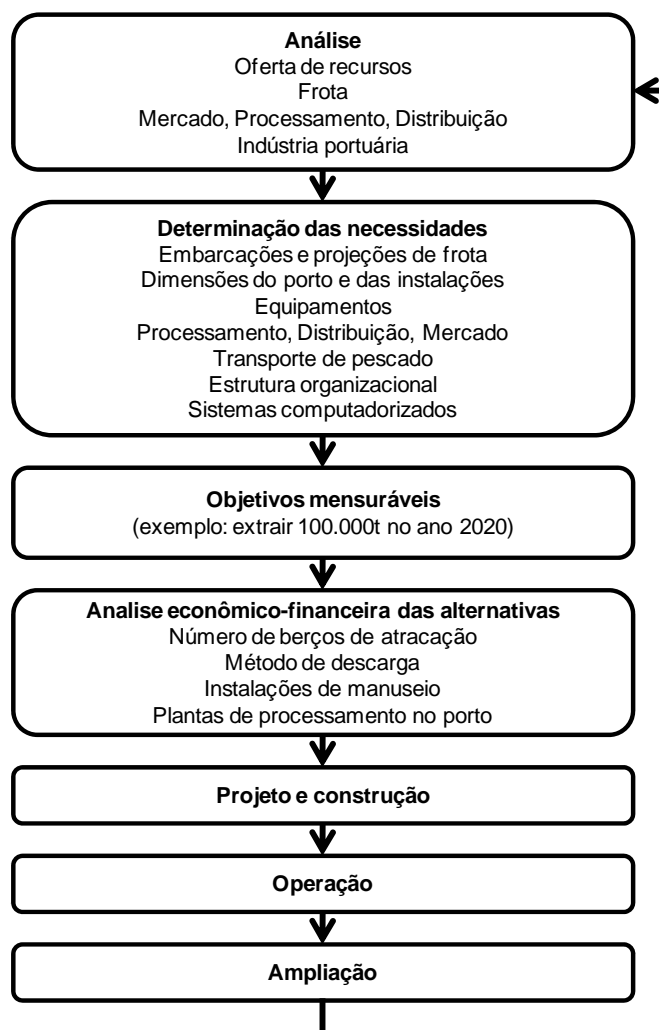


Figura 2.40 – O Processo de Planejamento. Fonte: PIANC, 1998

Os investimentos públicos em projetos específicos usualmente afetam a cadeia de suprimentos e serviços em outras áreas relacionadas. Por exemplo, a construção de uma nova rodovia pode desviar o tráfego em rodovias adjacentes. O cálculo dos benefícios de um planejamento deve considerar ambos os efeitos diretos e indiretos. Na prática é muito difícil discriminar completamente estes efeitos. Os benefícios sociais são mensuráveis pelo acréscimo de oferta e valor do produto final ao consumidor.

Exemplos de efeitos que podem surgir de um projeto de porto pesqueiro:

Benefícios diretos:

- Aumento de extração de pescado;
- Melhora na relação custo-benefício derivada das práticas mais eficientes;
- Melhora da segurança;
- Aumento de qualidade e valor agregado ao produto pescado;
- Diversificação da oferta de pescado;
- Gerenciamento de um recurso natural finito.

Benefícios secundários e indiretos:

- Desenvolvimento da indústria de pesca;
- Impacto positivo na economia local;
- Aumento da qualidade de produtos alimentícios no mercado nacional
- Contribuição para o desenvolvimento sustentável;
- Benefícios ambientais como a proteção de erosão costeira e para a população local;
- Criação de oportunidades de recreação náutica;
- Contribuição para o monitoramento costeiro, incluindo buscas e atendimento a vítimas de acidentes marítimos.

Os principais custos relacionados com um novo porto pesqueiro incluem a construção do porto e da infra-estrutura de suporte; controle e gerenciamento e; manutenção e renovação do porto pesqueiro. Custos operacionais incluem os custos de administração, mão de obra, suprimentos de escritório e utilidades – energia elétrica, água, etc. Estes custos estão relacionados com a dimensão do porto operado.

3 O PROJETO

3.1 Análise da situação atual

Atualmente o estuário de São Vicente é minimamente explorado para navegação recreativa e pesca. Existem algumas marinas de pequeno porte instaladas no município de São Vicente, na margem direita do estuário de São Vicente, próximas a Ponte Pênsil. Estas marinas, no entanto, apresentam capacidade muito abaixo do potencial da região. Os seguintes fatores levam à situação atual.

3.1.1 Atual gabarito vertical da Ponte Pênsil

Do estudo realizado pelo CTH, encabeçado pelo Prof. Paolo Alfredini, pode-se digitalizar diversas informações sobre a Ponte Pênsil. A Figura 3.1 é a versão digitalizada do Anteprojeto escaneado, Figura 2.13.

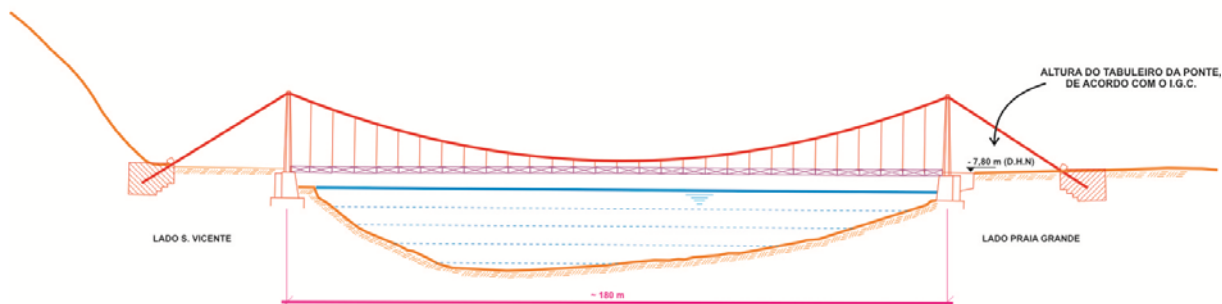
A navegação hoje se utiliza do gabarito vertical disponível, que varia de 5,80m até 6,70m, em média. Os valores máximos, atendidos pelo histórico de marés, fornecem gabarito vertical variando entre 4,72m e 7,80m.

Para navegação o estuário vicentino pode estar subaproveitado devido à falta de sinalização e divulgação das informações de navegabilidade das vias interiores. Como, em momento de maré alta, poucas embarcações podem cruzar a Ponte Pênsil, entende-se que diversas embarcações evitem esta região. Outras embarcações, no entanto, poderiam atravessá-la, porém desconhecem o gabarito vertical disponível e o calado aéreo de sua embarcação.

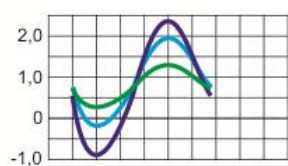
Em segundo plano, o estuário vicentino se apresenta degradado ambientalmente e ocupado por habitações irregulares e favelas. A navegação recreativa depende fundamentalmente da qualidade da água e das belezas naturais para o estímulo das atividades turísticas relacionadas.

PONTE PÊNSIL

CORTE LONGITUDINAL PELO EIXO DA PONTE



MARÉGRAFOS



Mínima Absoluto: - 80cm (DHN) *
 Máximo Absoluto: 228cm (DHN) *
 Baixamar média: 29,5cm (DHN) *
 Preamar média: 122,1cm (DHN) *
 Mínima Baixamar: - 12 cm (DHN) **
 Máximo Preamar: 196 cm (DHN) **

Mínima altura livre: $7 - 2,28 = 4,72\text{m}$
 Altura livre mínima média: $7 - 1,22 = 5,78\text{m}$
 Altura livre máxima média: $7 - 0,30 = 6,70\text{m}$
 Máximo vão livre: $7 + 0,80 = 7,80\text{m}$

Dados para período de retorno de 50 anos.

* Marégrafo de Torre Grande (Santos), com série histórica de mais de 50 anos, de acordo com a norma brasileira.

** Marégrafo instalado sob a Ponte Pênsil no período de 1966 a 1967.

Figura 3.1 - Digitalização das informações do projeto e estudo do Prof. Alfredini

3.1.1.1 Influência de ondas

A determinação do calado aéreo máximo admitido sob a Ponte Pênsil deve considerar diversos fatores: níveis máximos e mínimos de maré, cota mínima da Ponte Pênsil, variação do nível do mar por influência de ondas e margem de segurança entre a embarcação e a Ponte Pênsil, conforme ilustrado na Figura 3.2.

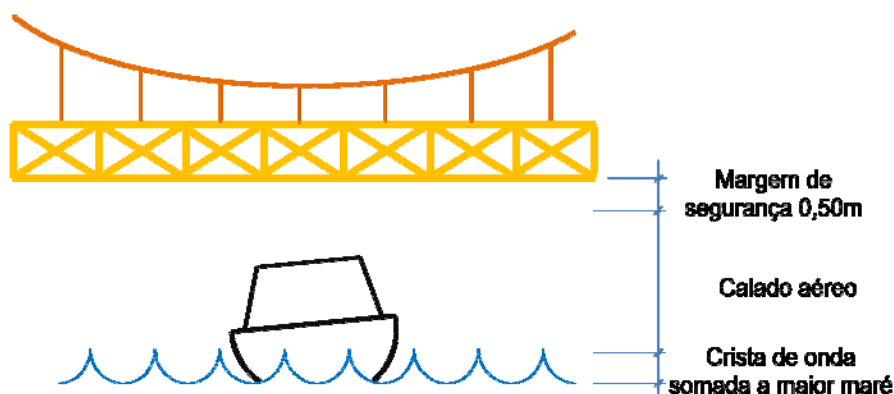


Figura 3.2 - Dimensões para passagem sob a ponte

Serão adotados 50 centímetros, por segurança, entre a menor cota da Ponte Pênsil e o limite do calado aéreo da embarcação. As recomendações do Ministério dos Transportes, através do Plano Nacional das Vias Navegáveis, para o gabarito vertical e vão livre horizontal são variáveis de acordo com a classificação da hidrovia a apresentados na Tabela 3.1.

Tabela 3.1 - Gabaritos propostos no Plano Nacional das Vias Navegáveis Interiores - 1989 (Ministério dos Transportes)

Gabarito	Característica	Tirante de ar (1)	Vão Livre Horizontal	Profundidade (m)		Calado definitivo (m) (2)
				Em 75%	Em	
I	"Especial" para rios onde a navegação marítima tenha acesso	(3)	(4)	-	-	-
II	Para rios de grande potencial de navegação	15 m	1 vão de 128 m, ou 4B	> 2,50	2,00-1,50	4,50
	Comboio tipo 32m de boca		2 vãos de 70m, ou 2,2B			
III	Para rios de potencial médio de transporte	10 m	1 vão de 64m, ou 4B	> 2,00	1,50-1,20	3,50
	Comboio tipo 16m de boca		2 vãos de 36m, ou 2,2B			
IV	Rios de menor potencial	7 m	2 vãos de 25m, ou 2,2B	> 1,50	1,20-0,80	2,50
	Embarcações de 11m de boca					
V	"Reduzido" para rios interrompidos, ou onde a navegação tenha possibilidade remota	-	-	-	-	-

(1) Referência – Rio em estado natural – Corresponde à enchente com período de recorrência de 10 anos (TR=10) Reservatório Barragem – Nível máximo normal de operação de reservatório

(2) Calado definitivo quanto a hidrovia estiver canalizada

(3) Em função da maior altura do mastro da embarcação marítima

(4) Em função das embarcações marítimas

Em trecho retilíneo de canal as faces internas dos pilares devem ter distância mínima correspondente a largura mínima do canal mais uma folga de 5m (Alfredini, 2005). Este requisito é facilmente atendido pelo vão de 180 metros da Ponte Pênsil.

Para determinação das dimensões da onda sobre a área foi realizado estudo quanto à refração das ondas na entrada do estuário vicentino. Na Figura 3.3 determinamos a direção da onda a ser difratada rumo à Ponte Pênsil. Nota-se a importância da batimetria para os cálculos. A Ponta da Fortaleza está posicionada à mais de 750m da Ponte Pênsil.

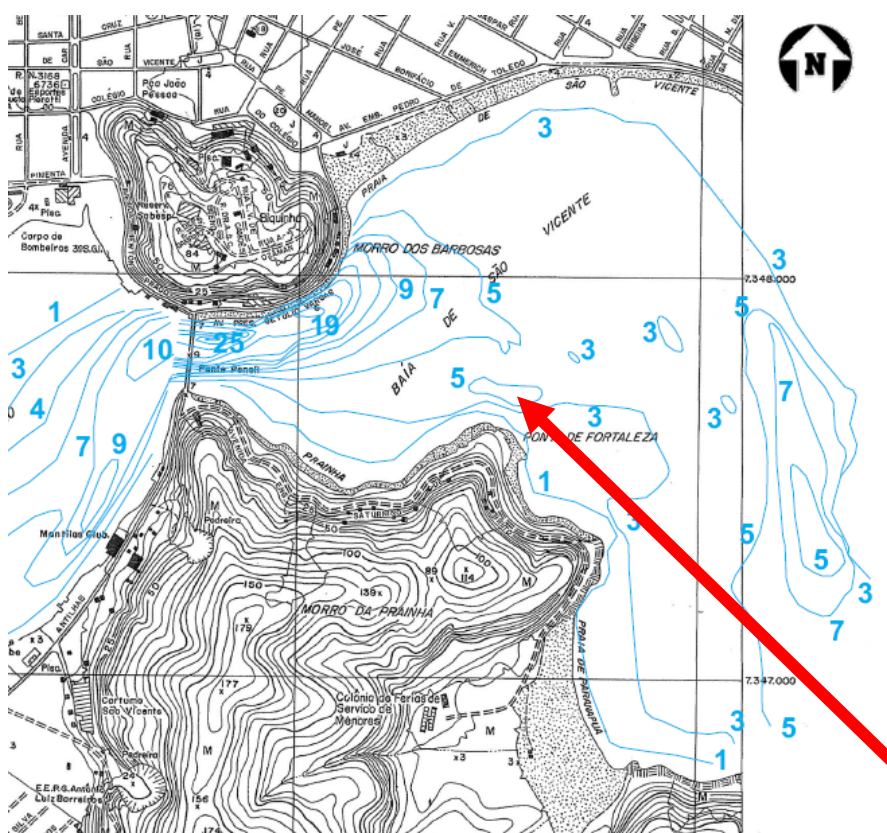


Figura 3.3 - Ângulo de entrada para onda refratada sob a Ponte Pênsil

A condição limite média de arrebentação das ondas ocorre quando o índice de arrebentação atinge o valor limite de 0,78. (Alfredini, 2005)

$$\gamma_{max} = \frac{H}{h} = 0,78$$

Onde:

H:= Altura da onda = 2a (amplitude da onda);

h := Profundidade;

γ_{\max} := Índice limite de arrebentação.

Atendendo à condição de 3,0 metros de profundidade, e a maré máxima de 2,0 metros, obtemos uma altura mínima de onda necessária para arrebentação de 3,90 metros, muito improvável em condições normais.

Supondo a Ponta de Fortaleza como obstáculo impermeável, rígido e semi-infinito, e a distância até a Ponte Pênsil medida como 850 metros, de acordo com os gráficos de difração de onda com ataque 90° (Alfredini, 2005), o coeficiente de difração (K') é inferior a 0,14 (vide Figura 3.4). Portanto:

$$H' = K' \times H = 0,14 \times 3,90 = 0,55m$$

Adotada onda com período de 7 segundos, e comprimento de 45 metros, condizentes com o local estudado. Vale citar que uma onda de 3,90 metros somente pode ser concebida em situação não navegável, como uma ressaca marítima de enorme intensidade.

Assim, o efeito das ondas poderia ser desprezado, e a localidade considerada abrigada de ondas, na determinação do gabarito sob a Ponte Pênsil.

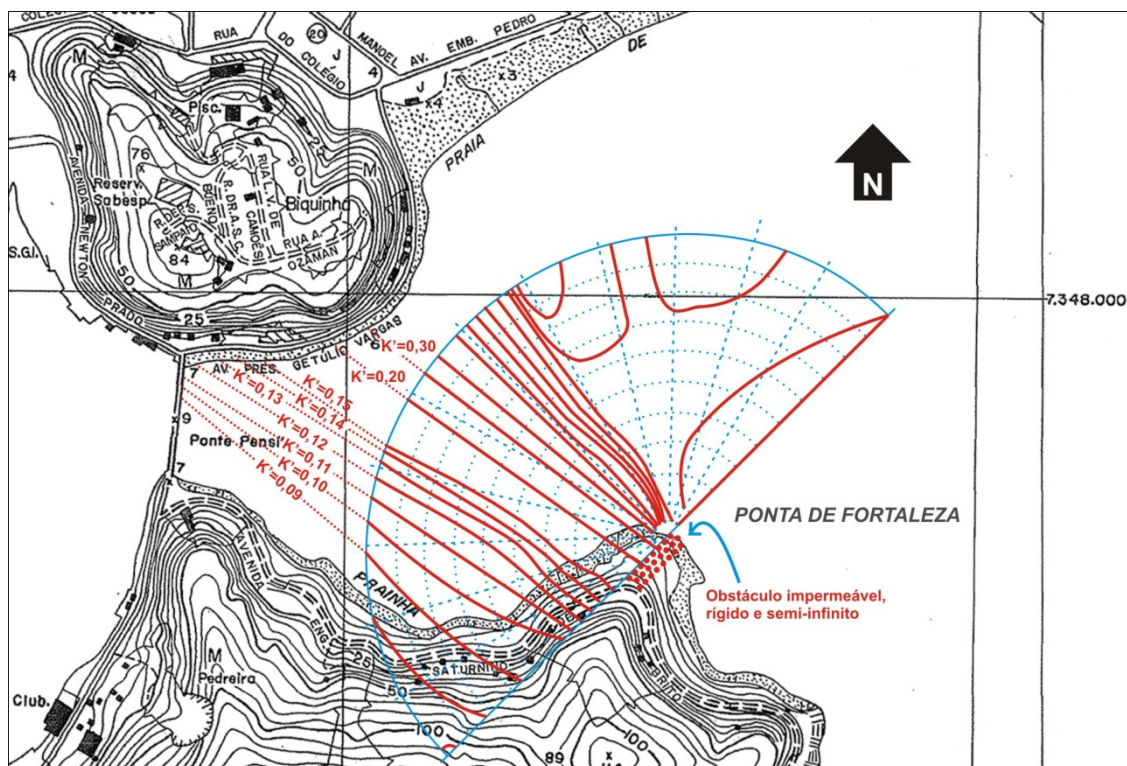


Figura 3.4 – Difração de onda com ataque de 90°, plotada em escala sobre a região

3.2 Definição das embarcações-tipo

Para definir a altura ótima para exploração do estuário de São Vicente buscamos definir uma embarcação-tipo para cada uma das situações propostas: lazer, comércio e pesca. As embarcações de lazer náutico visadas comumente se dividem em iates e veleiros, além dos barcos à remo, canoas, caiaques e *Jet Skis*.

3.2.1 Comercial

Uma grande diversidade de embarcações está disponível para transporte comercial em situações semelhantes: gabarito limitado e calado de pequena profundidade. Em especial destacam-se as situações enfrentadas pelos comboios comerciais nas hidrovias européias. O *Innovative Barge Trains for Effective Transport in Shallow Waters* (INBAT) propôs, em 2005, uma embarcação para transporte de contêineres com apenas 0,60 m de calado e 4,00 m de calado aéreo, através de cabine retrátil (ver Figura 3.5). Foram reunidos os documentos fornecidos

pelo INBAT sobre esta embarcação e discutida a viabilidade de utilização desta nas situações de navegabilidade do estuário de São Vicente até o Porto de Santos. Estas discussões relacionam até questões de Engenharia Naval, e não somente de Engenharia Civil.

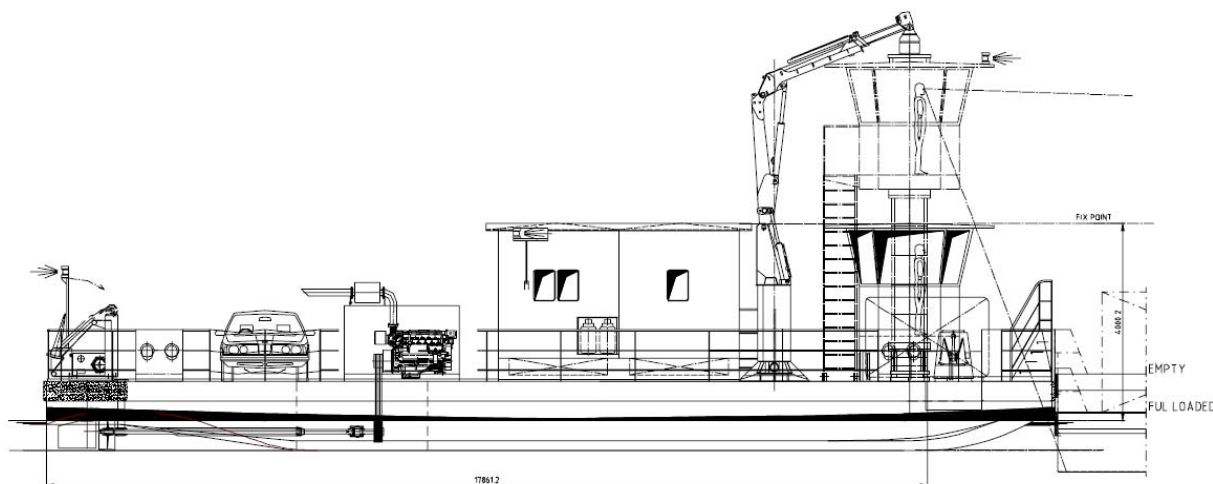


Figura 3.5 - Empurrador com cabine retrátil do comboio proposto pela INBAT

Questiona-se que a embarcação proposta pelo INBAT, enquanto dotada de cabine retrátil, excelente para vencer a dificuldade de gabarito vertical imposta pela Ponte Pênsil, apresenta baixa estabilidade lateral, para vencer a situação de ondas de través quando cruzando a baía de Santos até o Porto. Destacam-se também os materiais e tecnologias empregados na construção destas embarcações, possibilitando o calado de apenas 0,60 m.

Outra embarcação pesquisada de acordo com os parâmetros necessários é atualmente utilizada para transportar madeira do Porto de Caravelas (BA) até o Porto da Barra do Riacho (ES). Esta outra embarcação apresenta características mais favoráveis para navegação com ondas, através do seu sistema de engate entre empurrador e embarcação cargueira, ilustrado na Figura 3.6. Estas embarcações são do tipo *Integrated Tug and Barge* (ITB).

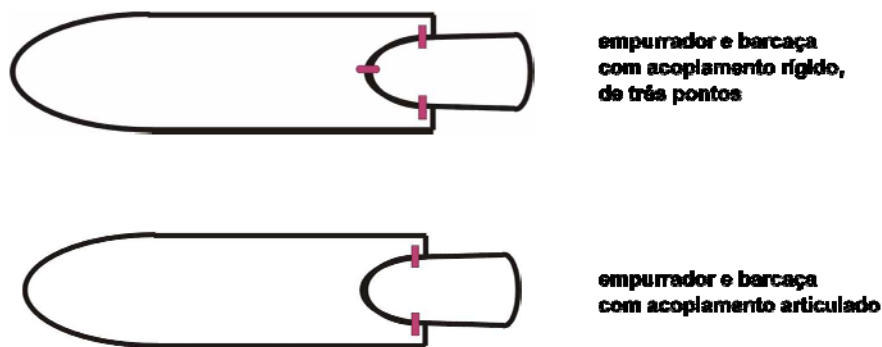


Figura 3.6 - Embarcações ITB

As embarcações do tipo ITB hoje utilizadas enfrentam situações mais severas que as situações previstas pelo grupo de estudo para a baía de Santos. Também, as atuais embarcações deste modelo em operação possuem comprimento total de até 400 metros. Existem modelos de embarcação de cabine fechada, para granéis, e de embarcação aberta, para transporte de madeira.

Obviamente o novo gabarito proposto para a Ponte Pênsil deverá atender ao calado aéreo mínimo das embarcações do comboio, além de atender uma proporção fundamental dos contêineres. No Porto de Santos, e de forma geral nos portos brasileiros, utilizamos contêineres do padrão ISO de 20 e 40 pés, ambos possuem 2,59 m de altura no formato padrão e 2,90 m de altura no formato “*High Cube*”. Sendo assim, a produção pode ser determinada de forma a atender um empilhamento de contêineres mais uma margem de segurança, com maior capacidade produtiva possível e retroalimentando as discussões relacionadas ao gabarito mínimo navegável necessário para lazer náutico (iates e veleiros).

Adotaremos o calado da embarcação do ITB, de 4,0 m, e comprimento, boca e calado aéreo da embarcação do INBAT com cabine retrátil, também de 4,0m, conforme Tabela 3.2.

Tabela 3.2 – Dimensões da embarcação-tipo adotada, INBAT

Embarcação	Comprimento L_{pp} (m)	Boca B (m)	Calado T (m)	Calado aéreo H_v (m)
Conjunto	118,0	9,0	0,6	4,0 *
Rebocador	20,0	9,0	0,6	4,0 *
Chatas	48,5	9,0	0,6	Variável **
Embarcação-tipo adotada	118,0	9,0	4,0	4,0*

* Dimensão mínima com a cabine recolhida. Pode atingir até 8,6m.

** Variável em função do empilhamento de contêineres, múltiplos de 3m

3.2.2 Recreativa

As embarcações de lazer náutico, de médio porte, usadas comumente se dividem em iates e veleiros. Existem centenas de fabricantes dessas embarcações, que produzem dezenas de modelos cada. O levantamento realizado das embarcações mais comuns no mercado brasileiro infelizmente não apresentou os resultados esperados, como os dados relacionados pelo comitê da PIANC.

Estimou-se pesquisar junto aos fabricantes de embarcações o calado aéreo dos produtos fabricados e a quantidade mensal de vendas de cada uma dessas embarcações. Ao final, teríamos uma estimativa da porcentagem das embarcações que possuem calado aéreo igual ou inferior aos valores pré-determinados.

Obviamente adotaríamos que as embarcações hoje existentes seguem as mesmas características das embarcações fabricadas, apesar do grande número de iates e veleiros hoje em uso que não são mais fabricados. De forma geral imagina-se que as características das embarcações não sofreram drásticas mudanças nos últimos anos. É fundamental separar os valores encontrados entre iates e veleiros, dada a grande diferença do calado aéreo apresentado nos veleiros, decorrente de suas velas. Poder-se-ia calibrar as informações obtidas com os fabricantes de iates e veleiros fazendo pesquisas em marinas existentes em regiões “concorrentes”, determinando os calados aéreos característicos abrigados nestas. Possivelmente este estudo discutiria a não viabilidade de abrigo de veleiros nas marinas propostas para o município de São Vicente, apesar da capacidade de desmonte das velas, no

cruzamento de Ponte Pênsil. Esta característica, no entanto, pode não estar disponível em certos veleiros.

No entanto, descobriu-se que a realidade de fabricação de embarcações de lazer náutico, como a da Figura 3.7, é diferente do estimado pelos integrantes deste grupo. Iates e veleiros são itens de fabricação quase artesanal, e de extrema singularidade e personalização entre cada projeto desenvolvido. Sendo assim, cada embarcação possui características próprias, solicitadas diretamente pelos compradores de cada embarcação. A personalização das embarcações vai desde materiais e decorações, passando por dimensões gerais do barco e cabines, até equipamentos eletrônicos e de navegação.



Figura 3.7 - Exemplo de iate

Também se descobriu que a nossa característica de maior interesse deste projeto, o calado aéreo das embarcações, é a característica de menor interesse dos fabricantes. As dimensões usualmente analisadas de projeto são o comprimento total, calado e boca. Raros fabricantes possuem controle rigoroso sobre o calado aéreo dos produtos que comercializa.

Adotada a frota estadunidense, pela característica essencial de navegação em regiões costeiras – análoga a situação nacional – é possível questionar que 95% da frota recreativa está situada no limite de 7,50m de calado aéreo, aproximadamente (vide Figura 2.38, reapresentada como Figura 3.8). A frota recreativa européia, como discutido, apresenta dimensões muito inferiores, e poderia ser plenamente atendida desta forma. Portanto, foram adotadas as dimensões que

atendem 95% da frota estadunidense, essencialmente costeira, para a embarcação-tipo recreativa deste projeto, conforme Tabela 3.3.

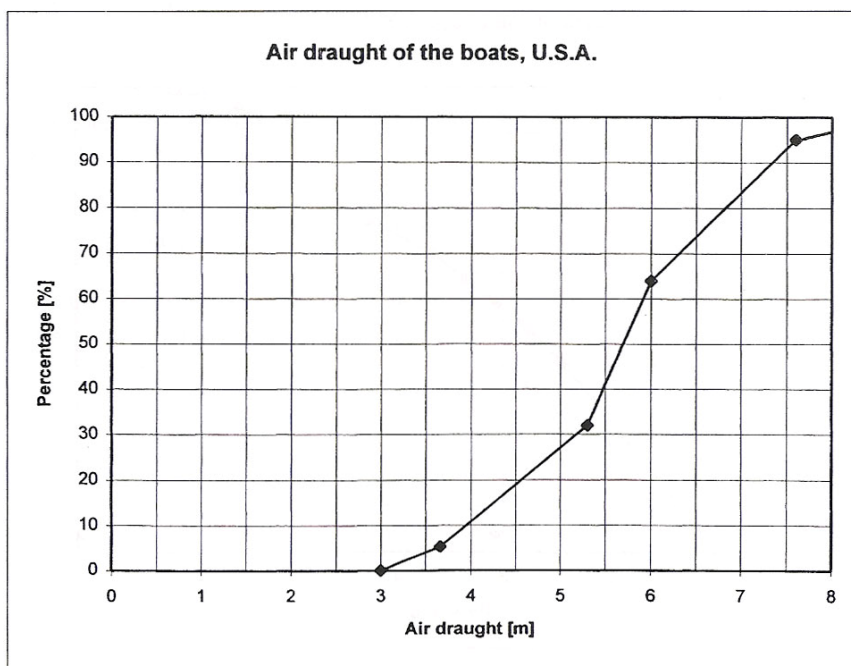


Figura 3.8 – Calado aéreo dos barcos nos Estados Unidos. Fonte: PIANC, 2000

Tabela 3.3 – Dimensões da embarcação-tipo recreativa adotada, baseada na frota estadunidense

Embarcação	Comprimento L_{pp} (m)	Boca B (m)	Calado T (m)	Calado aéreo H_v (m)
Recreativa	20,0	5,5	1,5	7,5

3.2.3 Pesca

A frota de embarcações pesqueiras, à exemplo das embarcações recreativas, é muito heterogênea em dimensões e capacidades produtivas. De maneira geral, são utilizadas embarcações adaptadas às instalações disponíveis no porto pesqueiro e nas vias navegáveis de acesso, assim como a região explorada.

Foi localizado, na biblioteca do Instituto Geológico, um estudo de viabilidade para implantação de porto pesqueiro no município de Bertioga. Este estudo foi realizado pela *Superintendência do Desenvolvimento do Litoral Paulista* –

SUDELPA. As informações deste estudo foram utilizadas para detalhamento do arranjo geral portuário, proposto como exemplo do potencial hidroviário vicentino.

Adotaremos, seguindo orientação do Prof. Paolo Alfredini, e diretrizes adotadas no estudo citado, as dimensões indicadas na Tabela 3.4. São mínimas a inexistentes as informações disponíveis do calado aéreo da frota pesqueira.

Tabela 3.4 – Dimensões da embarcação-tipo adotada, INBAT

Embarcação	Comprimento L_{pp} (m)	Boca B (m)	Calado T (m)	Calado aéreo H_v (m)
Pesqueira	25,0	6,3	4,0	-

3.3 Propostas para a Ponte Pênsil

3.3.1 Alternativas estruturais para ampliação do gabarito vertical

Coletadas as informações sobre a Ponte Pênsil, sua geometria e modelo estrutural, combinadas ao tombamento histórico, pôde-se elaborar alternativas para o alteamento do seu tabuleiro, propiciando um gabarito vertical favorecido à navegação.

3.3.1.1 Alternativa 1: Construção de um prolongamento para as torres, e reposicionamento da estrutura

Poderia ser construído um prolongamento nas 4 torres da Ponte Pênsil, seguindo as características arquitetônicas das torres atuais, de forma que toda estrutura pudesse ser posicionada acima da estrutura atual.

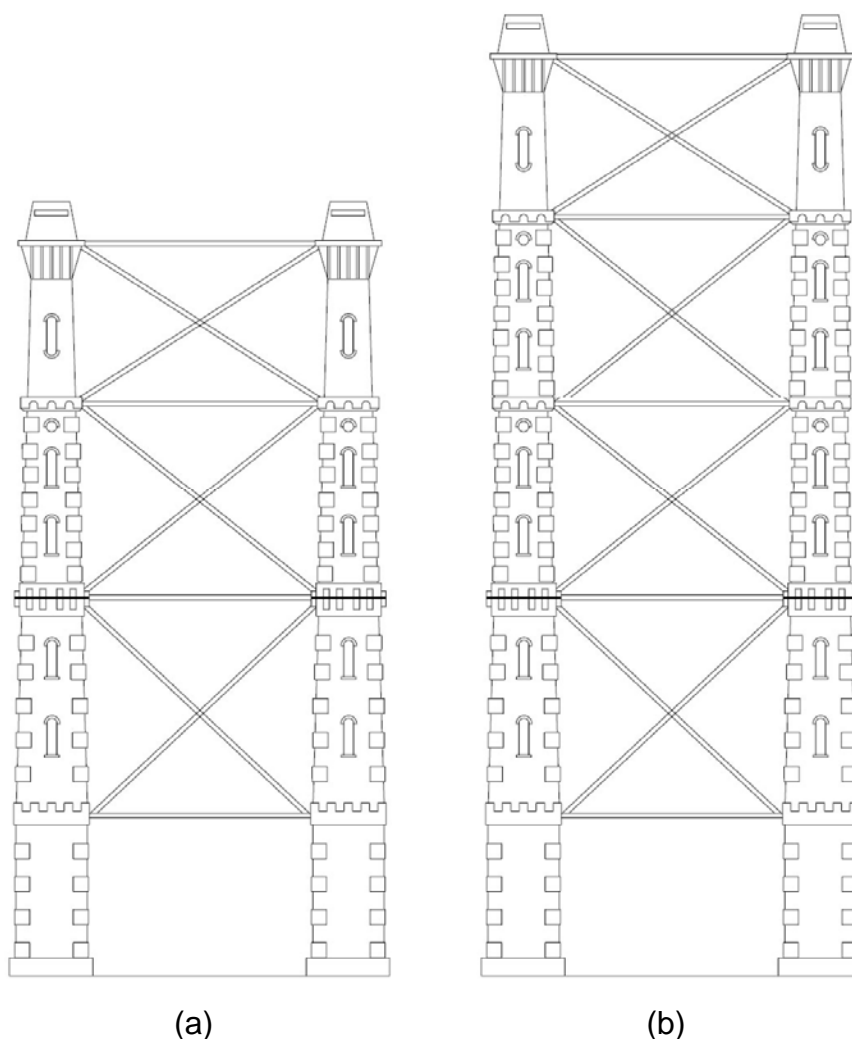


Figura 3.9 – (a) Torres da Ponte Pênsil atuais, com altura de 20m;
(b) Projeção das torres prolongadas com 24m

Esta alternativa influi na seguinte seqüência de intervenções, de forma sucinta:

- Interdição da ponte e desvio de tráfego para a Ponte do Mar Pequeno;
- Desmonte da ponte atual – cabos e tabuleiro;
- Construção do prolongamento nas torres com possível reforço da fundação das torres;
- Novo posicionamento dos cabos e tabuleiro 4m acima do atual;
- Construção de novos acessos à ponte, na nova cota.

Esta alternativa, enquanto viável, traria a discussão a alteração de um patrimônio histórico tombado, com a alteração das torres. Além disto, os acessos a

ponte precisariam ser reconstruídos, com a necessidade do estudo de viabilidade, devido às formações geológicas próximas dos acessos que reduzem a área disponível para construção destes acessos.

3.3.1.2 Alternativa 2: Arqueamento da ponte através da folga entre os cabos principais e o banzo superior do tabuleiro

Não seria necessário o alteamento da ponte inteira, conforme discutido no projeto, para aumentar o gabarito vertical disponível para navegação sob a ponte. Desta forma, é muito comum que pontes pênséis sejam arqueadas, ora por motivos estéticos ora pelos benefícios estruturais, caso sejam concebidas assim.

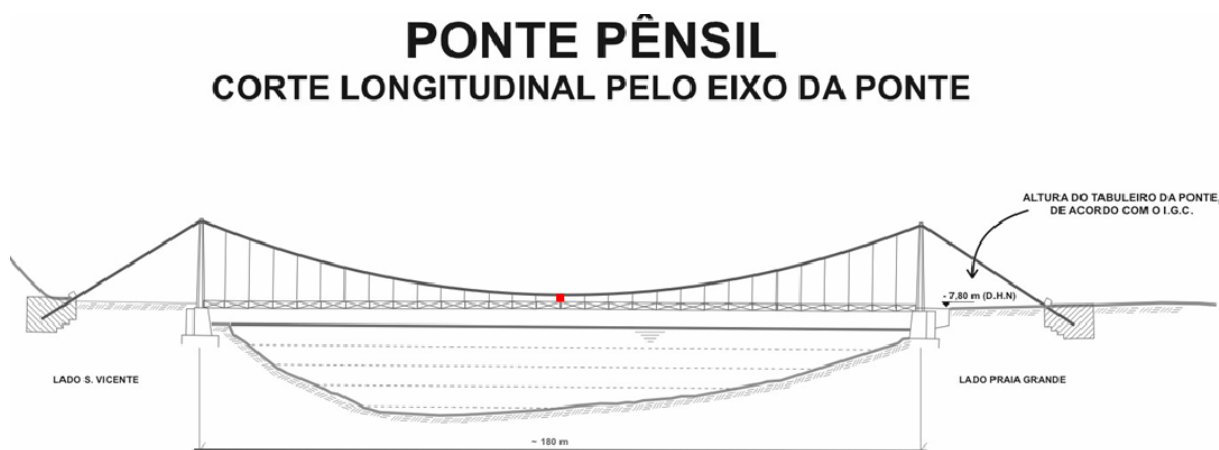


Figura 3.10 – Digitalização do anteprojeto da Ponte Pênsil. Em destaque o pendural do meio do vão

Assim, os pendurais da ponte poderiam ser progressivamente encurtados, provendo o alteamento do tabuleiro necessário para o devido proveito do potencial hidroviário vicentino. Esta alternativa seria viável caso o comprimento dos pendurais centrais possuíssem folga suficiente. Caso houvesse um comprimento de ao menos 4m estes poderiam ser encurtados até 1m, e os demais encurtados em comprimentos necessários para fornecer ao tabuleiro um formato parabólico.

Esta alternativa seria ótima, uma vez que precisaria de interferências mínimas frente às demais alternativas, e pouco provavelmente necessitaria de reforços

estruturais ou de fundação. No entanto, o comprimento do pendural central – do meio do vão - é mínimo, de forma que os cabos principais quase tocam o banzo superior da treliça, conforme Figura 3.10.

Esta alternativa influi na seguinte seqüência de intervenções, de forma sucinta:

- Interdição da ponte e desvio de tráfego para a Ponte do Mar Pequeno;
- Corte da continuidade da treliça, retornando a situação como foi construída;
- Posicionamento de pendurais provisórios DIWIDAG® e corte dos pendurais atuais;
- Reposicionamento de cada unidade, através dos pendurais provisórios DIWIDAG®;
- Instalação dos novos pendurais e desmonte dos pendurais provisórios;
- Repetição para todas as unidades;
- Refazer a continuidade da treliça, na nova posição.

3.3.1.3 Alternativa 3: Arqueamento da ponte com reposicionamento dos cabos principais e dos pendurais

Análoga a alternativa anterior, o meio do vão poderia ser alteado com o arqueamento do tabuleiro e da treliça, e com o reposicionamento dos cabos longitudinais até a nova cota. Desta forma são levantados os cabos e o tabuleiro, mantendo a proporção geométrica e estética da estrutura de forma geral.

O reposicionamento do tabuleiro 3m acima do nível atual geraria um gabarito vertical variando de 8,80m até 9,70m, em média e, portanto atendendo mais de 95% da frota estadunidense, adotada como semelhante à frota, também costeira, nacional. Os 3m alteados, frente aos 180m do vão, representam 1,67%, sendo, pois pouco perceptíveis na paisagem e de baixa interferência ao patrimônio histórico.

A nova posição dos cabos principais, no entanto, aumenta a solicitação horizontal nos cabos, nos blocos de fundação por gravidade. Esta alternativa está ilustrada na Figura 3.11.

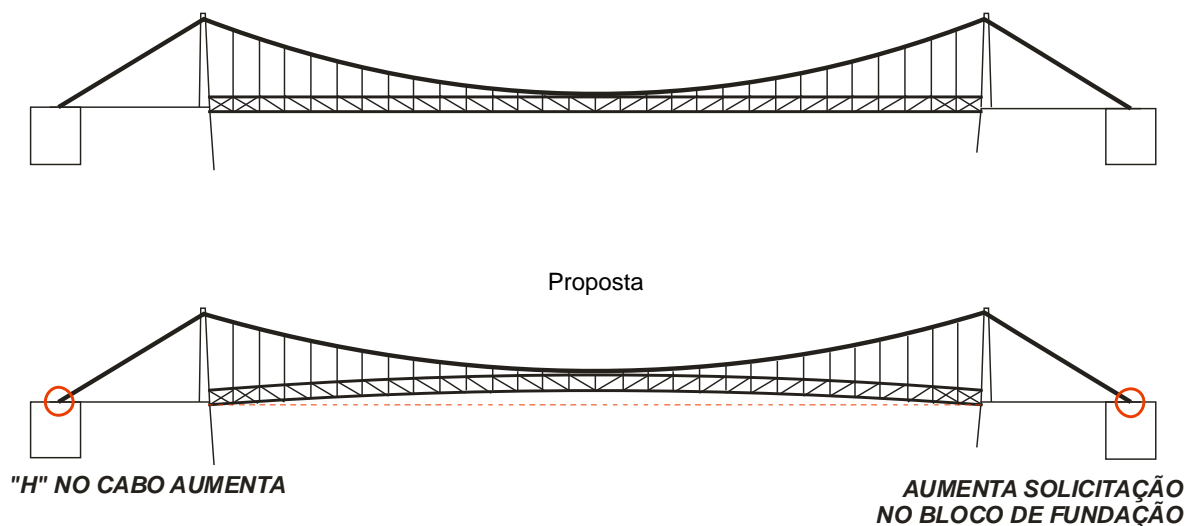


Figura 3.11 – Alternativa para levantar o tabuleiro e os cabos principais da Ponte Pênsil

Esta alternativa influi na seguinte seqüência de intervenções, de forma sucinta:

- Interdição da ponte e desvio de tráfego para a Ponte do Mar Pequeno;
- Retirada do tabuleiro (diminuição de peso);
- Lançamento dos cabos principais novos;
- Desconectar as unidades;
- Conectar as unidades, com cabos DIWIDAG® nos cabos novos;
- Desconectar pendurais antigos e levantar até a nova posição (unidade por unidade);
- Instalação dos pendurais definitivos (novos ou não).

3.3.1.4 Alternativa 4: Desmonte da ponte atual e construção em nova cota

A última alternativa estudada é o desmonte da ponte atual e a reconstrução da mesma ponte em nova cota. A Ponte Pênsil foi construída na Alemanha, e instalada em São Vicente entre os anos de 1911 e 1914. Evidentemente a ponte poderia ser reconstruída com novos materiais, mais modernos e resistentes, como uma réplica da atual ponte.

Da mesma forma que a primeira alternativa, esta influenciaria na necessidade da construção de novos acessos à ponte, condizentes com a nova cota e limitados pelas formações geológicas adjacentes.

Esta alternativa certamente seria inviável devido tombamento histórico da ponte. A ponte, como é conhecida hoje, seria descaracterizada. Assim, esta foi a última alternativa considerada.

3.3.2 Sinalização do canal

Conforme exposto neste trabalho, dos estudos e recomendações da PIANC: *“Recomenda-se que as pontes que possuem gabarito vertical significativamente inferior ao disponível na via navegável seja devidamente sinalizada com um indicador de nível d’água, que provenha informação do gabarito vertical disponível no momento. Esta informação pode alertar o navegante para a necessidade de retornar, caso impossibilitado de atravessar sob a ponte fixa. Esta informação também pode ser útil em locais de rápida alteração do nível d’água.”*

Assim, além da alternativa de alteamento para a ponte, é interessante que esta seja devidamente sinalizada, aprimorando a segurança da sua travessia por navegantes e suas embarcações. Independentemente do alteamento da ponte, a sinalização poderia aumentar a demanda pelo estuário vicentino, ao fornecer garantia de travessia para os navegantes que tenham dúvidas do calado aéreo de suas embarcações e do gabarito vertical disponível para travessia.

Recomenda-se que a informação sinalizada represente um valor 0,50m inferior ao real, mantendo uma margem de segurança para erros de manobra ou eventuais oscilações da embarcação durante a travessia.

Uma forma simples de sinalizar a via navegável poderia ser análoga a travessia de viadutos em rodovias de limitado gabarito vertical. Pode-se citar como exemplo a travessia de certas pontes das marginais paulistanas, equipadas de sinalizadores de altura que se acendem caso um veículo maior que o gabarito vertical da ponte tente atravessá-la.

3.4 Projeto para alteamento da Ponte Pênsil: Alternativa 3

Foi adotada a Alternativa 3: Arqueamento da ponte com reposicionamento dos cabos principais e dos pendurais como a melhor opção para alteamento da Ponte Pênsil, a ser detalhada. Esta alternativa foi escolhida pela limitada intervenção à ponte, e reduzida modificação geométrica, de apenas 1,67% no tabuleiro em comparação com o vão horizontal.

O reposicionamento do tabuleiro 3m acima do nível atual geraria um gabarito vertical variando de 8,80m até 9,70m, em média e, portanto atendendo mais de 95% da frota estadunidense, adotada como semelhante à frota, também costeira, nacional. O gabarito vertical disponível efetivo, descontados os 0,50m de margem de segurança, é de 8,30m até 9,20m, em média, também atendendo mais de 95% da frota costeira adotada.

3.4.1 Dimensionamento

Como não foi possível obter informações estruturais da ponte, os dimensionamentos necessários são indicados a seguir, conceitualmente.

Ao modificar o posicionamento dos cabos longitudinais, a estrutura sofre alteração geométrica e os blocos de fundação passam a ser mais solicitados, devido menor inclinação dos cabos em relação à horizontal. Desta forma, este acréscimo de solicitação precisa ser dimensionado e em seguida o bloco de fundação, por gravidade, analisado se comporta o acréscimo de carga.

Foi elaborado um modelo estrutural da Ponte Pênsil em software FTOOL para comparação entre as solicitações nos apoios da situação atual para situação proposta, apresentado na Figura 3.12. As análises estruturais apresentaram acréscimo de 19% na solicitação horizontal ao bloco de fundação, onde estão ancorados os cabos longitudinais.

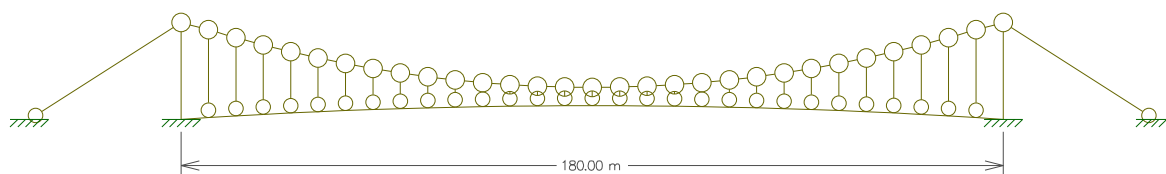


Figura 3.12 – Modelo computacional da estrutura da Ponte Pênsil, no software FTOOL

Durante a execução da obra a ponte será desmontada, e as unidades da treliça erguidas uma a uma. Assim, é necessário que os cabos DIWIDAG® utilizados neste processo sejam dimensionados de acordo com o peso próprio das unidades e a sobrecarga determinada para as etapas construtivas.

Demais detalhes devem ser verificados, como a disponibilidade de espaço para ancoragem dos cabos provisórios DIWIDAG® e as conexões entre unidades, que serão exploradas conforme necessário na descrição da seqüência executiva da alternativa proposta.

3.4.2 Seqüência executiva

1º Passo: Interdição da ponte e desvio de tráfego para a Ponte do Mar Pequeno

O início dos trabalhos se dá com a interdição da Ponte Pênsil e transferência do tráfego para a Ponte do Mar Pequeno, da Rodovia dos Imigrantes, próxima da localidade. Apesar da interferência de tráfego ser sempre onerosa para a população, a presença desta travessia próxima da Ponte Pênsil representa uma intervenção pequena e de mínimos transtornos.

2º Passo: Retirada do tabuleiro (diminuição de peso)

Durante os trabalhos é recomendável que o tabuleiro seja removido, para diminuição do peso sobre a ponte, em situação provisória. Desta forma o tabuleiro pode ser preservado para ser reposicionado ao final dos trabalhos.

3º Passo: Lançamento dos cabos principais novos

Os novos cabos principais podem ser de duas finalidades: provisórios ou definitivos. Caso seja necessária a troca dos cabos, podem ser lançados os cabos novos definitivos para a operação da ponte. No entanto, caso seja necessário preservar os cabos atuais, então devem ser lançados cabos longitudinais provisórios, suficientes para suportar o peso da ponte e a sobrecarga dos processos construtivos durante a intervenção, até que os cabos antigos possam ser reposicionados no mesmo nível dos provisórios, e estes possam ser desativados e removidos. Os novos cabos possuem comprimento inferior aos atuais, e serão posicionados de forma que sua cota esteja 3m acima dos atuais, no meio do vão, conforme a Figura 3.13.

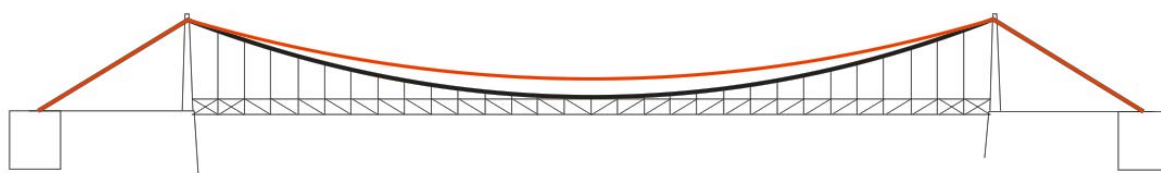


Figura 3.13 – Posição nova dos cabos longitudinais em destaque

4º Passo: Desconectar as unidades

Em seguida cada unidade da treliça deve ser desconectada entre si, retornando a situação original da ponte, como foi fabricante, antes da sua montagem em São Vicente. Para isto é importante verificar se as unidades são soldadas ou parafusadas entre si, pois esta diferença será significativa na re-conexão das unidades.

Caso as unidades tenham sido soldadas entre si, é possível soldas novamente na nova posição. No entanto, caso tenham sido parafusadas, será necessário aumentar o espaço disponível para o parafuso, pois as vigas do banzo superior estarão afastadas entre si na nova posição, devido arqueamento da ponte. Esta nova condição, no entanto, é facilmente atendida pela abertura do furo em um dos elementos conectados, conforme a Figura 3.14.

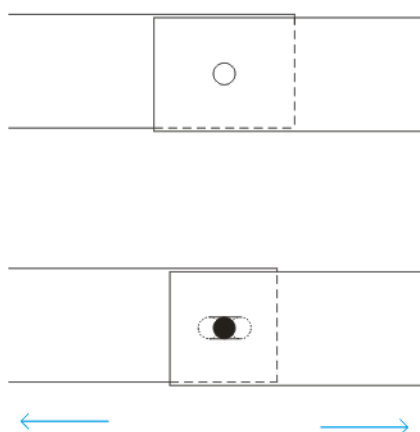


Figura 3.14 – Necessidade de alargamento do encaixe para parafusos

5º Passo: Conectar as unidades, com cabos DIWIDAG® nos cabos novos

De forma análoga a Alternativa 2, as unidades desconectadas devem ser fixadas aos cabos longitudinais através de cabos DIWIDAG®, que propiciam o alteamento da unidade posterior ao desligamento dos cabos antigos.

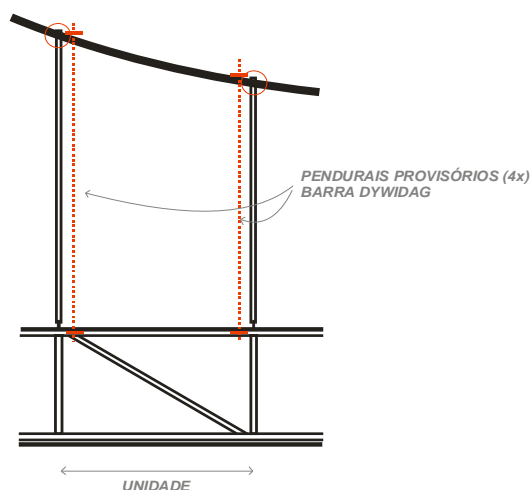


Figura 3.15 – Posicionamento dos cabos DIWIDAG® na unidade, para Alternativa 2

A Figura 3.15 ilustra como deve ser feita a ligação dos cabos provisórios, o mais próximo possível dos cabos atuais. Para fixação dos cabos provisórios ao banzo superior da treliça é necessário verificar os elementos estruturais do banzo superior, para que possa ser atravessado por um cabo provisório de 32mm de diâmetro, por exemplo, conforme ilustrado na Figura 3.16.

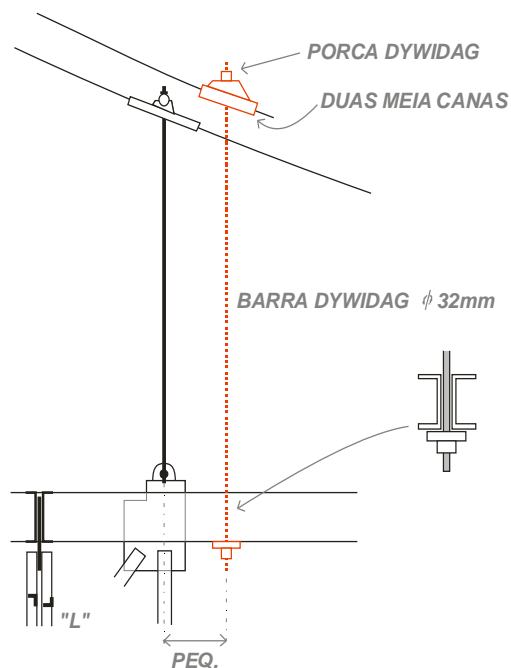


Figura 3.16 – Detalhe da ligação dos cabos provisórios ao banzo superior da treliça e aos novos cabos longitudinais

6º Passo: Desconectar pendurais antigos e levantar até a nova posição (unidade por unidade)

Estando a unidade fixa ao cabo longitudinal pelos cabos provisórios, devidamente dimensionados para o peso próprio da unidade acrescida das cargas acidentais envolvidas na intervenção, os cabos antigos podem ser desconectados da estrutura para a protensão dos cabos DIWIDAG® até a nova posição da estrutura.

Esta protensão deve ser meticulosamente acompanhada, para que o posicionamento esteja perfeitamente alinhado conforme o novo projeto geométrico da ponte.

Caso seja determinado, os cabos antigos podem ser reaproveitados, e, portanto devem ser preservados e cortados ao novo comprimento necessário, para posterior reposicionamento definitivo.

7º Passo: Instalação dos pendurais definitivos (novos ou não)

Os novos cabos devem ser posicionados, em caráter definitivo, na posição em que estavam os cabos antigos antes de serem removidos. Conforme comentado,

estes cabos podem ser os antigos, cortados para o novo comprimento, ou cabos inteiramente novos.

8º Passo: Conexão das unidades, fixação do tabuleiro e finalização da interferência

Após o posicionamento dos pendurais definitivos é possível refazer a conexão entre as unidades, soldadas ou parafusadas, conforme necessário. Em seguida o tabuleiro pode ser recolocado sobre a ponte, e esta ser reaberta ao tráfego e ao público.

3.5 Locação da área portuária hipotética do potencial hidroviário do estuário vicentino

3.5.1 Dificuldades para implantação e profundidades analisadas

Conforme discutido anteriormente, existem diversas áreas próximas que apresentam dificuldades de ocupação para novos terminais portuários em São Vicente. De forma geral, a área de maior dificuldade é hoje ocupada pela favela México 70, no bairro de Vila Margarida, na área insular. Os condicionantes sociais nos levaram a descartar esta área para o projeto.

A análise da batimetria da região nos chamou atenção para a região próxima das ilhas *Araçanã* e *Sapoim*, ocupadas atualmente por manguezais e que estão fadadas ao desaparecimento da vegetação com o aumento do nível do mar. Esta não é uma área de preservação ambiental, e, portanto pode ser ocupada - desde que haja compensação ambiental. O local apresenta profundidades de até 15 metros, e de pelo menos 3 metros no acesso, interessantes para implantação dos terminais propostos. Outra vantagem desta localização é a proximidade com a Rodovia dos Imigrantes, importante via de acesso. A locação proposta do aterro, da Figura 3.17, é de aproximadamente 1.450.000 metros quadrados de área. Na região central a área apresenta comprimento de 2.200 metros por 800 metros de largura, aproximadamente.

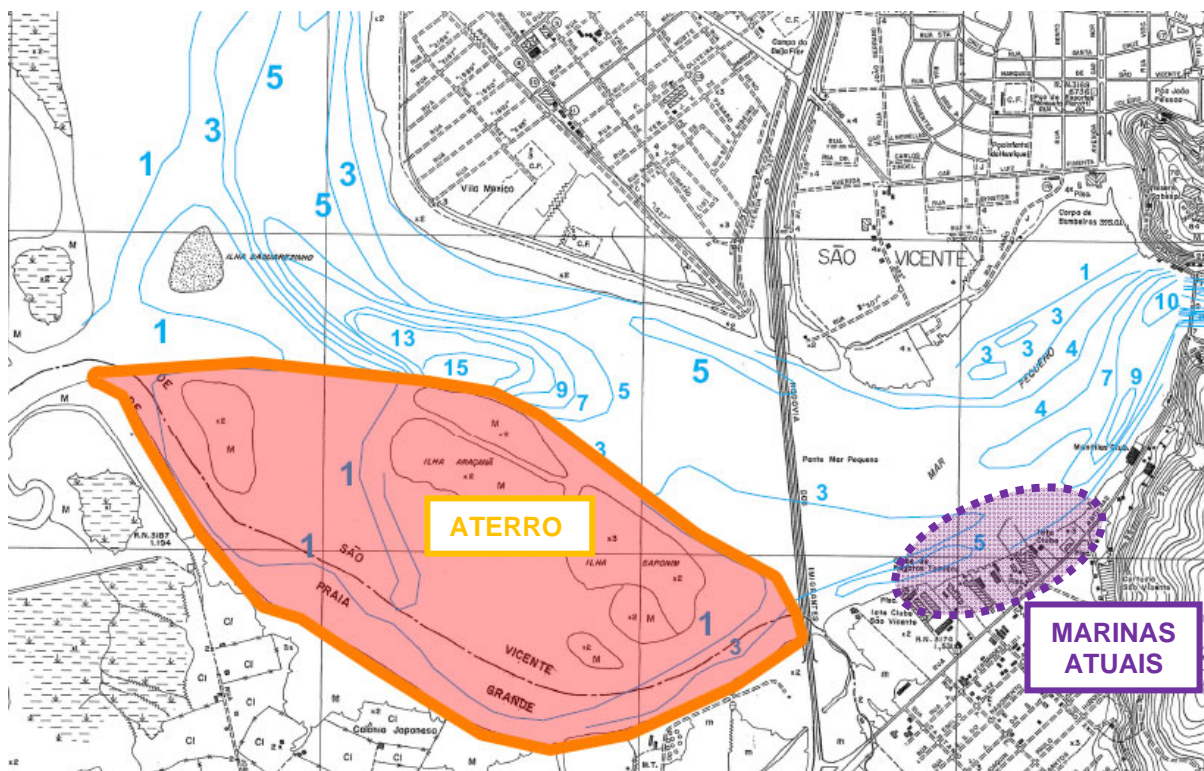


Figura 3.17 - Proposta de locação da área portuária, em aterro a ser executado

Esta região apresenta área suficiente para as 3 explorações propostas: comercial, pesqueira e turística. Nota-se a proximidade com a região atualmente explorada por pequenas marinas, indicada também na Figura 3.17. Estas marinas atuais poderiam, eventualmente, ser ampliadas com a devida operação e exploração do estuário vicentino, além das novas áreas por implantar na região de aterro.

Destacamos que a área de aterro proposto encontra-se na divisa dos municípios de São Vicente e Praia Grande, com grande maioria da área no município de São Vicente, pela atual divisão geográfica.

3.5.2 Dragagem e aterros necessários

O aterro necessário para implantação desta nova área poderia ser executado, em parte, com material da dragagem dos berços de atracação do Porto de Santos. Este material é caracterizado como silte argiloso (fino), e a dragagem desta área é feita permanentemente pelas características do canal do estuário de Santos.

Deve-se realizar o devido controle deste material, pois é de conhecimento que siltes puros não são apropriados para aterro, por possuírem características expansivas, em sua maioria. Também deve ser realizada dragagem de algumas áreas no canal de acesso a área, e este material também pode ser utilizado para o aterro. Tomamos como cota mínima do canal de acesso $-4,2\text{m}^1$, atendendo a uma embarcação com até 4,0m de calado e 1,0m de folga, nas cotas DHN. As áreas de dragagem do estuário vicentino estão destacadas na Figura 3.19. Estas dimensões atendem às características das embarcações discutidas nos itens correspondentes deste trabalho.

A cota do aterro deve ser condizente com as ondas geradas pelas embarcações, as vagas de vento, a elevação do nível do mar ao longo do tempo de vida da obra (50 anos, no mínimo) e às incertezas de projeto. Atendendo estes requisitos, foi determinado pelo Prof. Paolo Alfredini a cota de 2,50m, referenciada ao zero do IBGE.

Para poder atender as necessidades de contenção do aterro, principalmente próximo da profundidade de 15 metros, deve ser instalado obra de contenção ao aterro. Citamos como exemplo a solução de contenção adotada pelo Porto de Santos, nas suas áreas aterradas, da Figura 3.18. Cabe o dimensionamento geotécnico do aterro e contenções propostas para a área.

¹ Referenciado ao zero IBGE, ou 5,0m referenciados ao zero DHN (Marinha do Brasil).

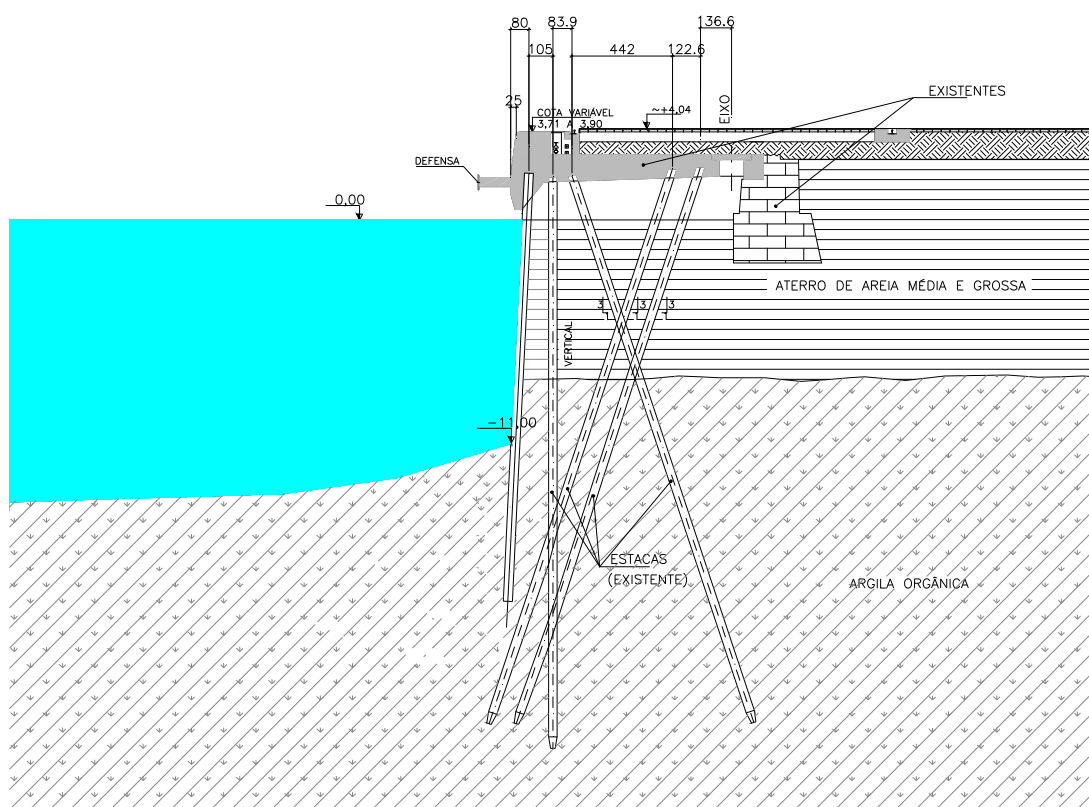


Figura 3.18 - Solução de aterro e contenção com estacas adotada no Porto de Santos (Gonçalves, et al., 2008)

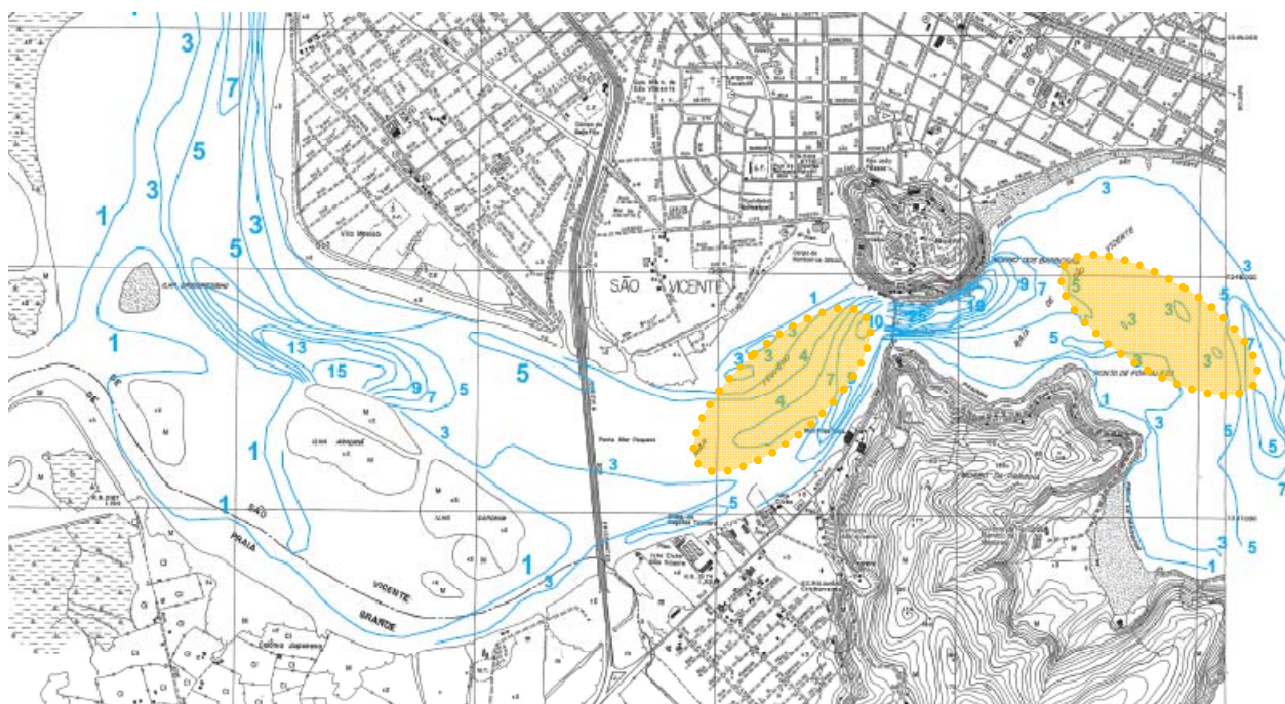


Figura 3.19 - Áreas de dragagem até cota -4,2m IBGE, ou 5,0m DHN

3.6 Arranjo geral da área portuária hipotética do potencial hidroviário do estuário vicentino

3.6.1 Distribuição da área portuária hipotética

Dentre a área disponível através do aterro optou-se por separar as instalações conforme Figura 3.20, de forma a distanciar as instalações recreativas das atividades do porto pesqueiro ao máximo, evitando incômodos às atividades turísticas, operando dentro da dársena criada pelo aterro.

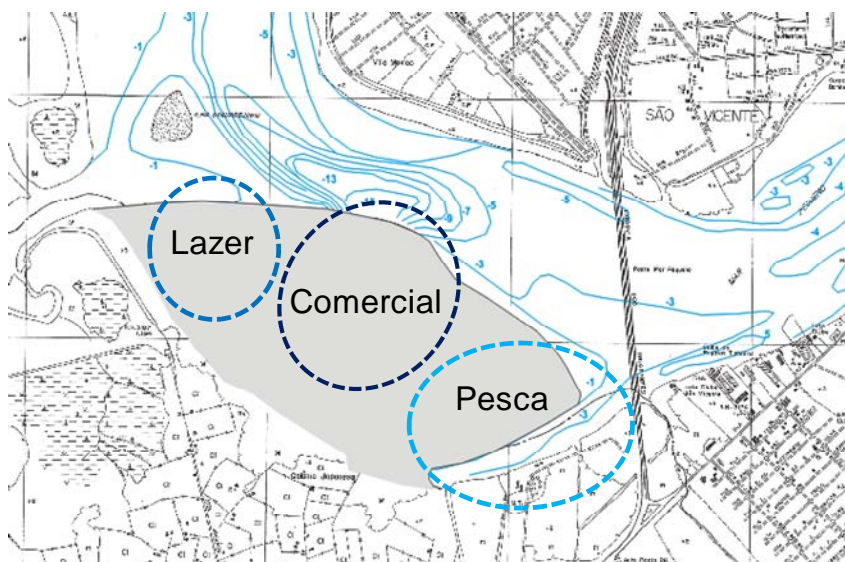


Figura 3.20 – Distribuição geral das áreas portuárias hipotéticas

Também, a região de maior calado disponível foi destinada às atividades comerciais, priorizando para a operacionalidade da maior gama possível de embarcações e com área disponível para expansão dos terminais propostos.

A área total disponível, após aterro, é de 1,45 km², e com grande facilidade de acesso via Rodovia dos Imigrantes, valioso atrativo para todas as atividades que possam se desenvolver nesta região.

3.6.2 Porto recreativo

Segundo ALFREDINI, 2005: “A atividade turística ligada às marinas, ou portos de recreio, que correspondem a um conjunto de instalações à beira-mar necessários aos usuários de pequenas e médias embarcações destinadas ao esporte náutico e ao lazer, são responsáveis atualmente no Brasil por mais de 10.000 empregos diretos. Em 1995, havia 110 marinas marítimas e fluviais operando no Brasil, sendo que, das marítimas, mais da metade se concentra nos litorais dos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro, com capacidade para abrigar 5.000 barcos de uma demanda de mais de 50.000”.

Baseando na estatística apresenta acima, estimamos que a capacidade média de cada uma das marinas no Brasil gira em torno de 50 vagas/marina, enquanto que a estatística ideal considerando-se a demanda de 50.000 barcos e a manutenção do número de marinas atual seria de 500 vagas/marina.

O objetivo inicial do grupo foi trabalhar com um número entre 450 e 550 vagas para a marina em discussão. Entretanto, muitos fatores relacionados ao local de instalação do porto fizeram com que esse número se restringisse à cerca de 340 vagas, consideravelmente acima da média brasileira, porém não atingindo a meta pré-estabelecida.

Dentro da área definida como aterro, identificamos apenas uma restrita área com condições de abrigar a marina, sendo que há necessidade de incorrer a dragagem do local, uma vez que a cota atual gira em torno de -1m, enquanto que estimamos um calado de 5,0 m como sendo ideal para garantir a navegabilidade da maior parte das embarcações recreativas. Os resíduos oriundos da dragagem desta localidade auxiliariam no aterramento do restante da área.

Após a delimitação da área a ser dragada, assim como as regiões limítrofes da marina, deu-se início ao desenho do arranjo. Para definir o tamanho de cada um dos três tipos de vagas não cobertas para iates, foram considerados os diferentes tipos de barcos:

late pequeno: 4 m de largura e 15 m de comprimento. As vagas para esse tipo de barco possuem 10 m de largura e 20 m de comprimento, a fim de acomodar dois barcos por divisão (vide Anexo B - Arranjo portuário)

late médio: 8 m de largura e 20 m de comprimento. As vagas para esse tipo de barco possuem 20 m de largura e 25 m de comprimento, a fim de acomodar dois barcos por divisão (vide Anexo B - Arranjo portuário)

late grande: 12 m de largura e 30 m de comprimento. As vagas para esse tipo de barco possuem 30 m de largura e 35 m de comprimento, a fim de acomodar dois barcos por divisão (vide Anexo B - Arranjo portuário)

Obviamente a quantidade de barcos que se enquadram na classificação “late grande” é bastante reduzida se comparada à quantidade de iates pequenos e médios. Com isso, nossa distribuição por tipo de vaga foi:

- lates pequenos: 216 vagas
- lates médios: 112 vagas
- lates grandes: 10 vagas

A disposição das vagas para iates dentro da área definida previamente como marina baseou-se no desenho mencionado pelo professor Lodovici em sua tese de doutorado. Quanto às instalações portuárias, realizamos uma pesquisa de campo junto às marinas a fim de checar as instalações necessárias para um ótimo funcionamento.

3.6.3 Porto Comercial, retro-área de contêineres

Frente à dificuldade de estimar a demanda potencial a ser absorvida pelo porto comercial, decidiu-se por considerar como referência de demanda o Terminal Logística de Mesquita, recentemente adquirido pela operadora portuária Santos Brasil.

Apesar de não se configurar como um retrato fiel do que esperamos do futuro terminal comercial a ser instalado em São Vicente, pelo fato de se caracterizar apenas como base aduaneira para os contêineres embarçados no terminal da

companhia em Santos e possuir apenas acesso terrestre, a estrutura da companhia é utilizada como retroárea para o armazenamento dos contêineres da Santos Brasil, foco principal da atuação do terminal comercial em questão.

Dessa forma, anualizamos a quantidade de contêineres armazenada pela Mesquita e obtivemos o montante de 52.000 contêineres/ano. Devido à necessidade de desembarço de toda essa carga importada, consideramos um período médio de estadia dos contêineres da ordem de 10 dias. Além disso, como existe sazonalidade na quantidade de contêineres importados, multiplicaremos o valor obtido por um fator de demanda de 1,2. Fazendo esta conta, obtivemos o montante médio de contêineres na retroárea de 1.800 contêineres.

A fim de que a oferta de vagas na retroárea seja mais do que suficiente para um horizonte de 25-30 anos, impusemos uma taxa de crescimento anualizada da ordem de 3,5% (valores estimados tanto pela Santos Brasil quanto pelas projeções econômicas dos bancos de investimento) e estimando uma curva de maturação até o terminal atingir o nível de atividade de Mesquita.

Como resultado, consideramos o montante de 3.600 contêineres a serem estocados no terminal. Seguindo os mesmos padrões apresentados por outros operadores portuários, mantivemos a razão de contêineres de 20' e 40' em 15%-85%. O resultado final utilizado para a distribuição dos contêineres dentro do terminal foi: 3000 contêineres de 40' e 600 contêineres de 20'.

Assim como utilizado em outros terminais em Santos, adotamos um empilhamento médio de 5 contêineres.

Para a estimativa das dimensões do armazém, da área para movimentação dos contêineres frente aos berços de atracação, do espaçamento mínimo entre as diversas pilhas de contêineres utilizamos como referência o Terminal de Contêineres do Porto de Belém.

Dentre os principais equipamentos a serem utilizados no terminal está o *Reachstacker*. Devido ao fato dos barcos que atracarão futuramente neste terminal não possuírem grandes dimensões, será possível manejar todos os contêineres sem a necessidade de instalação de Transtêineres. Entretanto, a fim de agilizar o

processo de retirada dos contêineres dos barcos, decidiu-se pela instalação de ao menos um transtêiner.

3.6.4 Porto Pesqueiro

Quando nos deparamos com notícias acerca da atividade dos terminais pesqueiros instalados no Porto de Santos, conjuntamente somos confrontados com o problema da navegação conjunta dos barcos pesqueiros com os grandes navios de carga. Este problema histórico vem se intensificando ao longo dos anos com evolução do tamanho dos cargueiros pertencentes a frotas internacionais, uma vez que a restrição de circulação de barcos menores é cada vez maior.

Baseado neste fato, concluímos que as instalações do terminal pesqueiro de Santos ainda continuam sendo largamente utilizadas pelo fato de não haver nenhum terminal passível de exercer o papel de substituto, contudo considerando que o fator localização como razão preponderante para a escolha do terminal como via de escoamento do pescado. Além disso, existe uma demanda reprimida a ser escoada por esse porto (conforme descrito anteriormente) que é transportada ao longo da costa até o porto de Itajaí para então voltar a São Paulo via caminhão.

Dessa forma, o layout do nosso futuro terminal pesqueiro é uma réplica do projeto apresentado no Estudo de Viabilidade do Porto Pesqueiro da Baixada Santista, datado de 1971, redimensionado para atender tanto à demanda hoje reprimida como também absorver grande parte do pescado hoje destinado à Santos.

Um dos principais pontos destoantes entre o projeto apresentado no estudo de viabilidade citado anteriormente e o projeto em questão é a configuração do calado do canal no local a ser instalado. Baseado nos estudos dos diversos tipos de barcos pesqueiros disponíveis hoje no mercado e aqueles citados no documento do estudo de viabilidade, consideramos que o terminal devia atender a um calado médio de 4 m, enquanto que o comprimento a ser considerado nos pontos de atracação é de 35 m.

Dentre outras características presentes no projeto do terminal pesqueiro, vale citar a existência de uma fábrica de gelo em blocos a fim de atender à demanda do

próprio terminal. Esta instalação será mais uma geradora de empregos para a região.

3.6.5 Canal de acesso

Foi dimensionado e projetado o canal de acesso necessário para atender às áreas portuárias detalhadas neste trabalho. Foram adotadas as dimensões máximas das embarcações-tipo, de forma que o canal seja acessível a todas as embarcações de estimada operação na via navegável, conforme Tabela 3.5.

Tabela 3.5 – Dimensões adotadas para projeto do canal de acesso

Parâmetro	Embarcação-tipo crítica	Dimensão (m)
Calado (T)	Pesca	4,0
Boca (B)	Comercial	9,0
Comprimento (L)	Comercial	118,0
Calado aéreo (Hv)	Recreativa	7,5

A seção típica do canal de acesso está ilustrada na Figura 3.21 e o alinhamento, em planta, do canal de acesso e a Bacia de Evolução estão ilustrados na Figura 3.22, com os devidos raios de curva indicados.

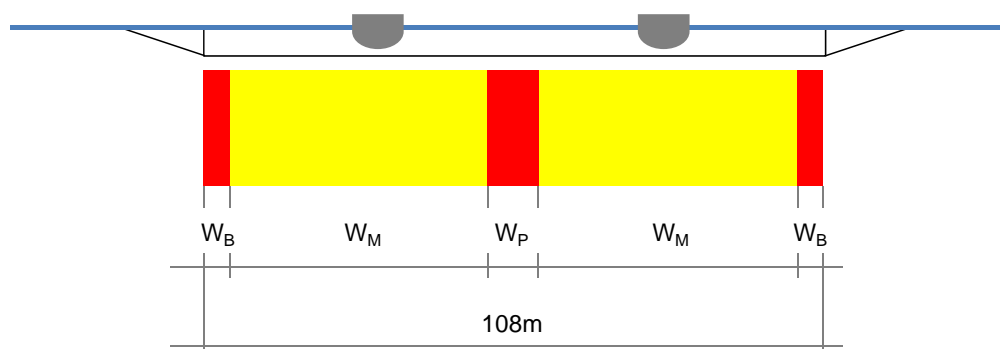


Figura 3.21 - Seção típica do canal de acesso, em escala. Talude 1V:3H

Para dimensionamento do canal de acesso foram adotadas a Norma Brasileira NBR 13.246 – Planejamento Portuário, Aspectos técnicos; e as

recomendações da PIANC para vias navegáveis internas. Segue, em detalhes, as dimensões adotadas para a largura do canal de mão dupla:

B: largura da boca da embarcação crítica = 9m

W_B : Folga com a margem = $0,5.B$, adotado conforme recomendação da PIANC para canal interno taludado de velocidade moderada

W_M : Faixa de manobra = $5.B$

W_P : Distância de passagem = $1.B$

W_M : Faixa de manobra = $5.B$

W_B : Folga com a margem = $0,5.B$

W: Largura total = $12.B = 12 \times 9m = 108m$

Talude 1V:3H

Folga entre calado da embarcação e cota mínima do canal = 1,0m

T: calado da embarcação crítica = 4,0m

h: altura total do canal = $4m + 1m = 5m$

Largura do canal na linha d'água = 138m

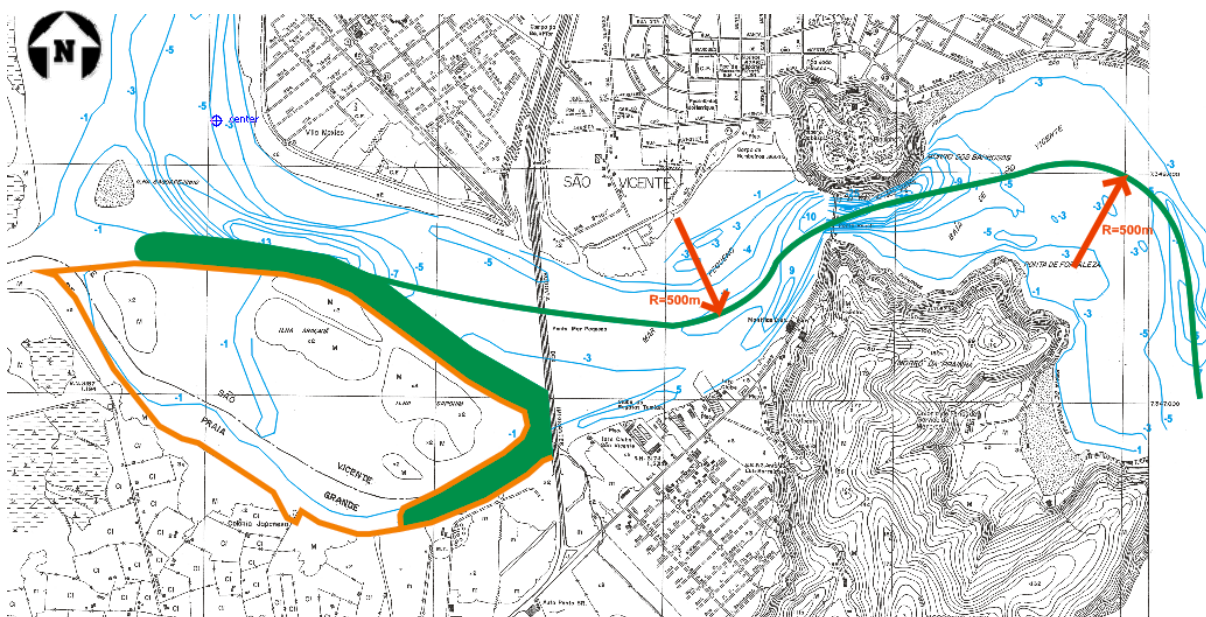


Figura 3.22 - Canal de acesso e vias navegáveis projetadas

Raio de curva

O raio de curva do canal de acesso foi dimensionado de acordo com o comprimento embarcação crítico, comercial, com 118m de comprimento total. A relação lâmina d'água/calado ($h/T = 1,25$), com ângulo do leme de 20° , através das recomendações da PIANC em gráfico específico, fornece uma relação entre o raio de curva e o comprimento total de $R/L_{PP} = 5$, portanto, $R = 5.118m = 590m$.

Este raio de curva, no entanto, não pode ser projetado no estuário vicentino. Foi adotado raio de curva de 500m, muito acima do necessário para todas as demais embarcações, e foi considerada a sobrelargura de curva, com ligeira redução de velocidade do comboio durante manobra. O cálculo inverso mostra que uma curva com raio de 500m é suficiente para embarcações de até 100m de comprimento.

A sobrelargura de curva recomendada pela PIANC em gráfico específico para a mesma relação lâmina d'água/calado é de $W_s/B = 1,3$. Desta forma, é necessário uma sobrelargura de apenas 11,7m no trecho em curva. A mesma publicação sugere o uso da seguinte equação para determinação da sobrelargura necessária:

$$W_s = \left(B + \frac{L_{pp}^2}{2.R} \right) = 9 + 13,9 = 22,9m$$

E portando deve ser adotada a maior dimensão entre os dois métodos: 22,9m de sobrelargura de curva para devida navegabilidade do comboio comercial.

Bacia de evolução

A bacia de evolução, próxima a área de atracação, foi dimensionada pelo comprimento da maior embarcação, desconsiderado o comprimento do comboio comercial inteiro. A manobra do comboio comercial não é realizada com o conjunto completo, somente o rebocador é manobrado, de forma a inverter o sentido de navegação das chatas. O diâmetro da bacia de evolução $D=4.L_{PP}$, portanto de 100m, considerando a embarcação crítica com 25m de comprimento (pesqueira).

Berços de atracação

É recomendado que o berço de atracação tenha dimensões, em planta de $1,5.L_{NT}$ (comprimento do navio-tipo) por $1,5.B$ (boca do navio).

As dimensões das vagas recreativas já foram discutidas.

Pesca: 37,5m x 9,45m

Comercial INBAT: 177m x 13,5m

Cruzamento da Ponte Pênsil

O alteamento da ponte proposto gera um gabarito vertical variável, através da curvatura da treliça e tabuleiro. Desta forma, embarcações de maior calado aéreo, em situação de maré alta podem optar pelo cruzamento da Ponte Pênsil pelo meio do vão, ao invés da mão do canal projetada, propiciando maior segurança à travessia da obra de arte.

No caso limite da borda da folga com a margem (W_B) o gabarito vertical foi acrescido de 1,92m, além do atual, frente ao alteamento de 3,0m no centro do vão.

3.6.6 Dimensionamento de dragagem e aterro

Através do canal de acesso, em planta, foi possível determinar o perfil longitudinal do canal interno para cálculo do volume de dragagem necessário. A cota

do canal de acesso foi determinada, conforme recomendação do Prof. Paolo Alfredini, em 5,0m (DHN), ou -4,2m IBGE, em destaque na Figura 3.23.

Os cálculos realizados, a partir da área da seção transversal do canal de acesso, indicam a necessidade de dragagem de um volume de aproximadamente 220.500 m³. Este volume dragado poderia ser aproveitado para a região de aterro proposta, ou demais necessidades de aterro que venham a ser determinadas para exploração do potencial hidroviário vicentino. Para que este material possa ser devidamente utilizado para aterro é necessário que seja investigado para qualidade nesta finalidade, e quanto à contaminação do solo.

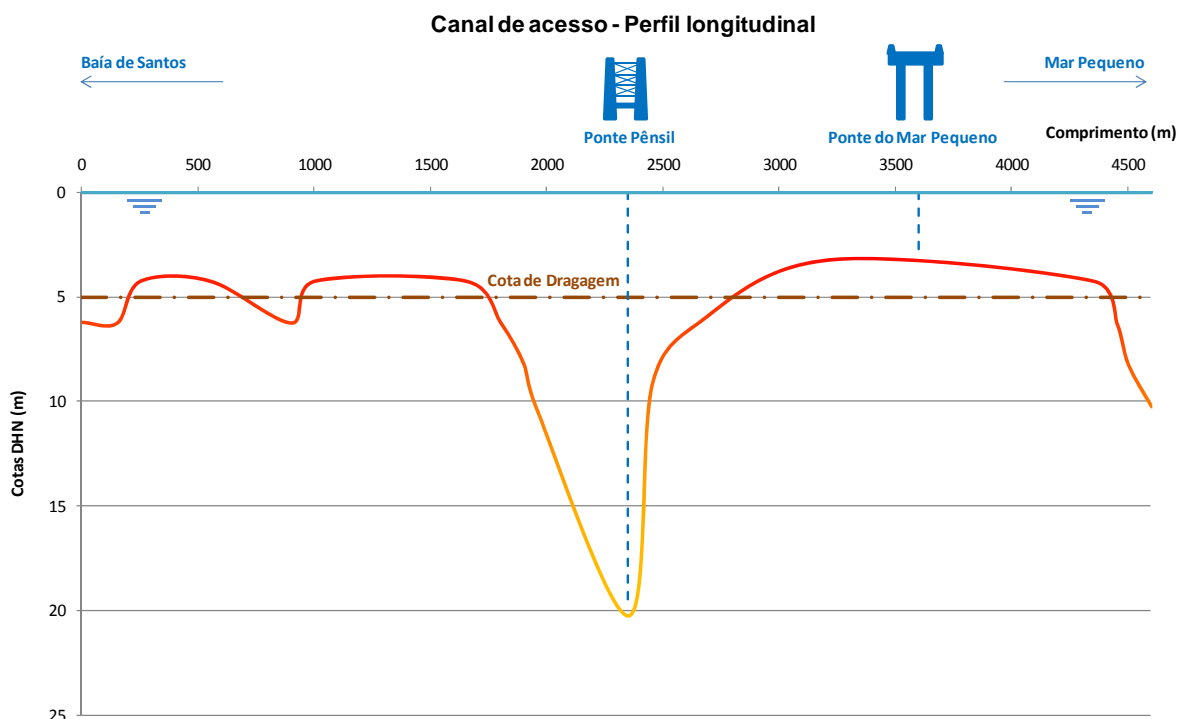


Figura 3.23 – Perfil longitudinal do canal interno, com a cota de dragagem em destaque

A região proposta aterrada, ilustrada nas Figura 3.17 e Figura 3.22, em detalhe, até a cota 2,5m IBGE requerem um montante de até 3.900.000 m³ de solo, muito acima do volume dragado no canal interno.

O Porto de Santos, no entanto, realiza a dragagem constante dos seus berços de atracação. Entre os anos de 1996 a 2002 foram dragados um total de 45.388 m³ mensais medidos in situ, ou 544.565 m³ anuais. O silte arenoso da dragagem dos berços de atracação do Porto de Santos poderia ser utilizado no processo de aterro

da região portuária vicentina, com uma finalidade mais nobre que o atual descarte nas áreas de bota-fora do porto. Evidentemente demais materiais podem ser analisados e utilizados, porém mencionamos as alternativas de menor custo para realização do aterro.

3.7 Análise preliminar de Impactos Ambientais

Para implantação e operação do terminal portuário em São Vicente é necessário que haja um Estudo de Impactos Ambientais (EIA), e conseqüente Relatório de Impactos Ambientais (RIMA) do projeto. Não é objetivo de este trabalho realizar esta análise, que necessita de diversos profissionais consultores do ramo, conhecedores da fauna e flora locais.

No entanto, foi possível determinar uma análise preliminar dos impactos ambientais a serem considerados neste projeto, através da experiência de projetos semelhantes, cedidos por colegas engenheiros, como o terminal EMBRAPORT.

As ações que darão origem aos aspectos ambientais ocorrem nas três fases da existência do terminal: construção, operação e desativação.

Na fase de **construção** ocorrem as seguintes ações:

- Preparo do solo
- Aterro
- Enrocamento
- Estrutura das instalações de contêineres
- Edificações e outras instalações
- Pavimentação das vias e do pátio de contêineres
- Redes de infra-estrutura
- Criação de zona de preservação ambiental

Na fase de **operação** ocorrem as seguintes ações:

- Transporte marítimo de contêineres
- Transporte terrestre de contêineres via caminhões
- Armazenamento de contêineres
- Transbordo de cargas
- Administração do terminal de contêineres

Na fase de **desativação** ocorrem as seguintes ações:

- Demolição das estruturas
- Modificação das rotas dos caminhões
- Modificação das rotas das embarcações
- Recuperação do meio

Os aspectos ambientais decorrentes da implantação e operação são apresentados na Tabela 3.6.

Tabela 3.6 – Aspectos ambientais decorrentes das ações de implantação e operação do terminal portuário em São Vicente

Ação	Aspecto ambiental
Implantação	
Preparo do solo	dragagem de material contaminado dragagem de material não-contaminado escavação do solo
Aterro	transporte terrestre de solo processo de aterramento
Enrocamento	destruição de pedreira transporte terrestre de pedras produção de concreto produção de aço
Estrutura das instalações de contêineres	transporte terrestre de materiais tráfego de pessoas produção de entulho produção de lixo produção de concreto produção de aço
Edificações e outras instalações	transporte terrestre de materiais tráfego de pessoas produção de entulho produção de lixo prospecção de petróleo refinamento do petróleo
Pavimentação das vias e do pátio de contêineres	britagem transporte de materiais aporte de pessoas pavimentação
Implantação de redes de infraestrutura	Escavação Implantação de postes Aumento do consumo de energia

	Aumento do consumo de água potável
Operação	
	chegada dos navios
Subsistema de chegada de navios	atracamento
	aporte de microorganismos
	ruído
Subsistema de transbordo de cargas	vibração
	uso de energia
Subsistema de recepção e despacho de cargas	emissão de óleos
	emissão de poluentes gasosos

No Anexo C – Impactos ambientais decorrentes das ações de implantação e operação do terminal portuário em São Vicente, é possível observar a matriz completa de impactos ambientais decorrentes das ações e aspectos ambientais envolvidos neste projeto, conforme estimativa do grupo de trabalho. Esta matriz não deve ser considerada como análise dos impactos ambientais, mas somente como orientação para os estudos apropriados de interação do projeto com o meio-ambiente.

4 DISCUSSÃO

4.1 Viabilidade técnica

A partir do exposto neste projeto, e das pesquisas e estudos realizados ao longo do desenvolvimento, pode-se concluir que a exploração hidroviária do estuário vicentino é viável tecnicamente. Não somente é viável, como pode até ser pouco onerosa, frente outras alternativas, caso haja necessidade de substituição dos cabos da Ponte Pênsil pelo IPT – resultado não disponível para publicação até o encerramento deste trabalho.

A área portuária proposta, no entanto, enquanto viável de execução, pouco deve representar um projeto a ser executado. Para a execução deste projeto é necessário que haja consenso entre os interesses das atividades turísticas de São Vicente e Praia Grande, além dos interesses macro-regionais quanto a um novo terminal pesqueiro e da necessidade de ampliação do Porto de Santos através da exploração de um terminal portuário de transbordo em seu município vizinho.

Existem complexas questões ambientais a serem consideradas, que efetivamente, como se sabe, não podem ser resolvidas sem grande discussão e estudo específico dos locais afetados. Buscou-se discutir ao máximo as interações com o meio ambiente, sem que fosse prejudicado o desenvolvimento das análises de viabilidade técnica de Engenharia Civil das obras citadas.

4.2 Consequências sociais e econômicas aos municípios envolvidos

São Vicente é hoje um município “dormitório”, onde a população essencialmente reside no município e pouco produz nele, gerando baixa receita de impostos. Sua população pode desenvolver atividades comerciais e industriais em áreas de fácil acesso, como Santos ou a capital estadual São Paulo. Um reflexo natural da baixa receita de impostos é a cobertura de 61% das moradias de São Vicente com redes de esgoto, e apenas 46% em Praia Grande².

² Segundo divulgação do Programa Onda Limpa, SABESP, 2009.

De acordo com levantamento realizado em 1999, São Vicente possuía uma população estimada de 131.310 habitantes em favelas e moradias irregulares, somente na área insular. Comparativamente a população total estimada em 2006 de 329.370 habitantes, este número representa quase 40% da população total.

Segundo Lodovici (1993) “Não há dúvidas que marinas e portos de recreio são empreendimentos que, do ponto de vista social, trazem grandes benefícios, gerando empregos, maior arrecadação tributária, melhores oportunidades empresariais, indução ao turismo, desenvolvimento da indústria naval, entre outros, tão sobejamente conhecidos.”

Há tempos que a Baixada Santista apresenta o anseio pela implantação de uma marina moderna e ampla, transformando-se em pólo de navegação recreativa. Vários projetos foram apresentados, para a cidade de Santos, ao longo dos últimos 50 anos, porém nenhum foi executado. Existe, portanto, a oportunidade de propiciar esta atividade no estuário vicentino, sem interferir nas atividades do Porto de Santos.

É em torno dos portos de recreio que se fixa o desenvolvimento turístico, incrementando os serviços locais, a arrecadação de impostos, e gerando uma quantidade de empregos, bem remunerados, que não pode ser desprezada. Os efeitos positivos dessa atividade vão muito além do estímulo aos esportes e à indústria náutica, essa última, apresentando um crescimento anual da ordem de 20% com 10.000 empregos diretos atualmente gerados no Brasil³.

A maior indústria da Espanha é sem dúvida o turismo, pesando notavelmente na ordem de 25% de seu PIB. Na Catalunha, pátria das marinas ditas modernas, existem ao redor de 36 portos de lazer, estabelecendo um “colar de marinas”, distanciadas 20km uma da outra, gerando uma oferta de 9.000 vagas, e respondendo por cerca de 40.000 empregos diretos, além dos indiretos oferecidos pela indústria hoteleira.

Na França, Port Camargue é a maior marina européia, com cerca de 4.500 vagas, dando finalidade econômica a um trecho costeiro que era pobre de atrativos naturais.

³ ENCOMAR (1988)

A comunidade que abriga uma marina se beneficia e muito. A expressiva geração de empregos decorrentes é benefício que não deve ser desprezado, uma vez que origina, direta e indiretamente, um amplo elenco de serviços nas localidades onde os portos de recreio venham a se instalar. (LODOVICI, 1999)

O Litoral Paulista concentra 70% dos barcos produzidos no país. Entre Bertioxa e São Vicente existem 45 marinas, garagens náuticas ou iate clubes, que guardam cerca de 3 mil embarcações. A estimativa é de 1,5 funcionário por barco, para as atividades de manutenção, nestes locais⁴. Diferente de garagem náutica, marina é um empreendimento mais completo. Além de alugar espaço para guardar a embarcação, oferece a infra-estrutura necessária para manter o barco em boas condições de navegabilidade, como oficinas mecânicas, hidráulicas, marcenaria, pintura, carpintaria, elétrica, laminação, abastecimento, estação de rádio e outros serviços. Fora o aluguel, é preciso pagar funcionário para ligar o motor diariamente, limpar a embarcação e fazer a manutenção. Barcos maiores, por ficarem na água, sofrem maior desgaste pela corrosão e ação do tempo. Dependendo do tamanho, empregam até três marinheiros, profissionais credenciados como arrais, mestre ou capitão amador.

Os benefícios gerados pela exploração hidroviária do estuário vicentino poderiam ser aplicados em infra-estrutura aos municípios, desde saneamento básico, pavimentação, postos de saúde, escolas até novos investimentos nos serviços turísticos oferecidos pelo município. O padrão econômico do turista náutico configura-se como importante fator de distribuição de riquezas, uma vez que este comprovadamente gasta mais que o turista normal.

Quando tratamos da instalação de um terminal pesqueiro na região, os benefícios econômicos advêm do aumento da arrecadação de impostos via tributação de todo o pescado transportado pelo terminal, cobrança de imposto predial sobre as indústrias de transformação a serem instaladas próximas ao terminal (gelo em blocos, alimentos enlatados, etc), aumento do mercado consumidor dos serviços da região pelos tripulantes das embarcações, dentre outras.

⁴Segundo Jurimar Ricci, presidente do Sindicato das Marinas e Garagens Náuticas do Estado de São Paulo (Sindmar), publicado no Jornal da Orla

Diretamente relacionado aos benefícios econômicos, a melhora do bem estar social da população será obtida através do aumento na oferta de empregos pelo terminal: mão-de-obra de estivadores, funcionários da administração do terminal, limpeza, das indústrias de transformação, das transportadoras a instalarem suas bases próximas à região, etc. Além disso, uma forma indireta de auxílio no bem estar social da população se dará através da promoção de cursos de treinamento e educação da população da região acerca das técnicas de captura e manejo dos pescados, formas de estocagem, limpeza e conservação desses. Assim, é possível que as novas gerações vicentinas sejam melhor treinadas para tal tipo de serviço e venha a estimular o desenvolvimento do comércio e indústria na região.

Apesar de se caracterizar como um terminal menos dispendioso de mão-de-obra quando comparado aos terminais de pesca e lazer, uma vez que a maior parte dos serviços é realizado por máquinas e equipamentos, o terminal de contêineres ainda assim a necessidade de cunho técnico e administrativo é de extrema importância.

Concisamente o terminal de contêineres exige mão-de-obra para operação de equipamentos complexos (*reachstackers*, etc), checagem/liberação de mercadorias e controle da logística do pátio e dos caminhões envolvidos no processo.

Olhando sob a ótica do bem estar social, vemos que a qualificação da mão-de-obra a trabalhar neste tipo de terminal não vai de encontro ao que se encontra disponível no mercado de trabalho vicentino. Dessa forma, assim como ocorrerá no terminal pesqueiro, o treinamento da mão-de-obra da região será um processo contínuo, ajudará a elevar a qualificação dos profissionais ali instaladas e propiciará a instalação de outras fábricas/serviços na região.

Acerca dos benefícios econômicos, podemos citar a geração de impostos, instalação de empresas de logística na região, melhora da infra-estrutura do entorno através dos investimentos das empresas de logística com operações de estocagem no terminal em questão.

Em relação aos três diferentes terminais, podemos citar também a geração de empregos indiretos, os quais são de extrema importância para o desenvolvimento de setores secundário e terciário na região. Instalação de postos de saúde, fábricas de processamento do lixo gerado nos terminais, etc são exemplos de geração de empregos indiretos que auxiliarão no desenvolvimento dos respectivos setores secundário e terciário.

4.3 Tombamento histórico da Ponte Pênsil

Não pode ser negligenciado o fato da Ponte Pênsil de São Vicente ser um patrimônio histórico tombado pelo governo do Estado, e administrado pelo CONDEPHAAT. Com razão, a imagem da ponte faz parte das atrações turísticas mais belas da Baixada Santista, retratada até por Benedito Calixto (Figura 1.3).

Seu tombamento foi decretado em 30 de abril de 1982, e publicado no Diário Oficial em 5 de maio do mesmo ano. Esta publicação pode ser consultada na Figura 4.1, recortada do Diário Oficial.

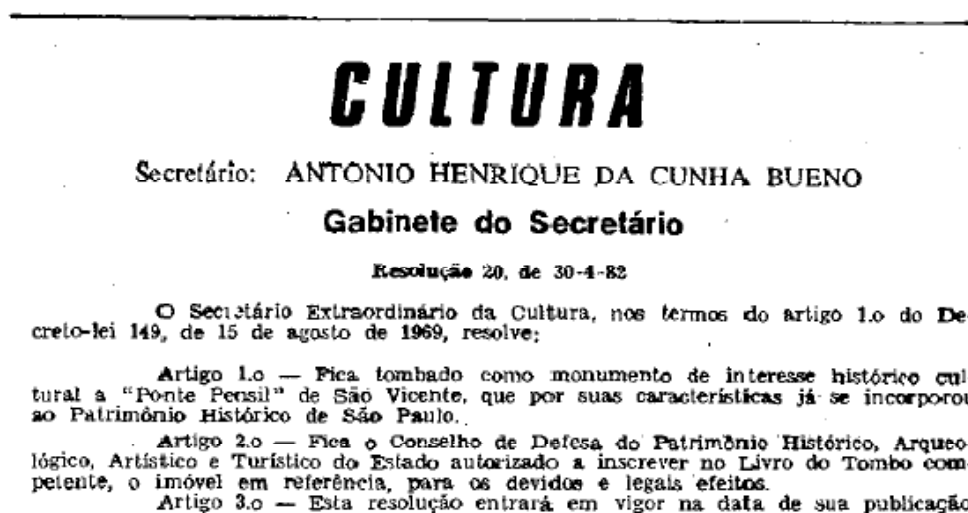


Figura 4.1 - Publicação do diário oficial registrando o tombamento da Ponte Pênsil de São Vicente

A intenção maior do tombamento da Ponte Pênsil foi a preservação da sua imagem, dentro da cidade de São Vicente. Conforme consulta ao CONDEPHAAT, o registro de tombamento não especifica em detalhes o que pode e o que não pode ser alterado do patrimônio, nem sua região adjacente. Este nível de detalhamento

somente foi incorporado aos tombamentos realizados após o ano de 2003, aproximadamente.

A proposta de alteamento da ponte, registrada no presente trabalho, visa modificar seu tabuleiro em 3m, ou 1,67% comparativo ao vão livre de 180m da estrutura. Esta alternativa foi considerada como de maior viabilidade, justamente pela menor interferência na arquitetura e imagem do patrimônio.

O grupo de trabalho entende que a adequação às necessidades da cidade, e da comunidade local, é benéfica também para a preservação do patrimônio histórico. Uma vez que um patrimônio não mais atenda as necessidades da sociedade onde está inserido, é natural que ele seja progressivamente negligenciado até sua degradação. No entanto, a integração do bem às necessidades humanas, com o avanço tecnológico, será benéfica nas duas vias.

Os projetos de restauro ou modificação da ponte devem ser encaminhados ao CONDEPHAAT para aprovação prévia a execução das atividades, percorrendo sobre as intervenções necessárias e propostas, e os motivos para tal. Conforme informado pelo CONDEPHAAT, projetos de cunho social devem ser percorridos por peritos da área, sobre os benefícios à população e sobre o interesse da mesma população na execução do projeto.

4.4 Interação com o meio ambiente

De forma análoga a preservação do patrimônio histórico, entende-se que a integração da atividade turística com o meio ambiente vicentino deve gerar benefícios na preservação do meio. Evidentemente que os manguezais são também um patrimônio ecológico costeiro, e deve ser preservado.

Lodovici (1999) explorou a questão dos manguezais da Baixada Santista, e da degradação atual destes. Comenta o estado atual, provocado pelas atividades industriais em Cubatão e pela ocupação das habitações irregulares, em forma de palafitas – comum no município vicentino. Seguem os comentários significativos sobre o tema:

Os manguezais são considerados santuários ecológicos, onde se processa a reprodução de inúmeros espécimes marinhos, que nesse “habitat”

permanecem, devido às apropriadas condições para o crescimento e alimentação.

À primeira vista, pode parecer contravertido, ante uma ótica estritamente preservacionista, preconizar-se a utilização portuária dessas regiões estuarinas. Ocorre que os manguezais da Baixada Santista, em boa parcela, foram irreversivelmente degradados, pois a eles foram incorporados persistentes poluentes de origem química, em sua maioria oriundos do parque industrial de Cubatão, contaminando sua flora e fauna.

Estudos efetuados pela CETESB indicam que, hoje, esses habitats apresentam um grande acúmulo de materiais pesados, fixados na constituição orgânica das comunidades biológicas que acolhem.

Estando contaminados, produzirão vida contaminada, de vez que participam da cadeia alimentar, repercutindo até mesmo nos espécimes pelágicos. Tal fato adquire efeitos mais preocupantes, ao considerarmos que esses espécimes prestam-se ao consumo alimentar da humanidade.

Posto que os manguezais subsistem à custa de duas nutrições fundamentais: sedimentos orgânicos e água salobra, na Baixada Santista, outras foram as ações antrópicas que afetaram esse frágil sistema gerador de vida marinha. Estradas e outras obras constituíram barragens de isolamento, rompendo a vital conexão entre a Serra do Mar e os manguezais.

Por falta de maior discernimento, instituíram-se mecanismos de obstáculo, genéricos à ocupação dos manguezais, criando-se dificuldades para que neles se estabeleçam empreendimentos regulares, fato que poderia estar concorrendo por maior renda e qualidade de vida das populações regionais.⁵ Diante desses mecanismos coibitórios, boa parte da população local acabou por ocupá-los informalmente, com palafitas, estiolando potenciais valiosos da Baixada Santista e que, indiscutivelmente, representam seu principal fator de riqueza regional, dando origem ao processo de urbanização nele verificado.

Paradoxalmente às correntes mais radicais, que pontificam o imobilismo como garantia de preservação do patrimônio natural, o ambientalismo moderno procura inserir o homem como variável integrante do ecossistema, tendo em vista o inevitável exercício antrópico, a fim de que possamos

⁵ “Se não prestam mais à flora e à fauna, é preferível que uma vez comprometidos, sejam tais manguezais identificados e esterelizados, amortizando este dano, dando vez a finalidade socialmente mais interessantes”

adequar a natureza para melhor qualidade de vida da própria humanidade.
(LODOVICI, 1999)

A atividade náutica recreativa e turística é, portanto, dependente da qualidade da água em que está instalada, e a operação de marinas no estuário vicentino pode gerar um monitoramento contínuo do meio ambiente.

5 CONCLUSÕES

5.1 Recomendações

Antes das conclusões o grupo julgou prudente discorrer sobre as recomendações acerca do projeto apresentado.

- O alteamento da treliça e tabuleiro da Ponte Pênsil, conforme alternativa apresentada, para o desenvolvimento turístico e social da região;
- Recomenda-se a integração dos interesses do município e do DER-SP, para que, caso seja necessário a troca dos cabos da ponte, seja apresentado o projeto aqui proposto, a ser executado de forma menos onerosa ao município e seus contribuintes;
- Levantamento da batimetria e condições de navegabilidade atuais do estuário vicentino, uma vez que este projeto foi realizado utilizando dados coletados na década de 70;
- Caso aprovado o projeto de alteamento da Ponte Pênsil, o incentivo às atividades náuticas, de forma que a iniciativa privada e os interesses econômicos regionais possam determinar de forma sustentável a exploração do potencial hidroviário;

5.2 Considerações finais

O presente trabalho mostrou que o estuário vicentino possui enorme potencial hidroviário, limitado pelo gabarito vertical da Ponte Pênsil, um patrimônio histórico estadual. Mostrou ser viável a implantação de atividades náuticas recreativas, incorporação da região como porto pesqueiro à produção da Baixada Santista, em águas profundas e até mesmo como ponto de transbordo ao Porto de Santos, evitando congestionamentos e emissão de poluentes dos caminhões ao acessar a região portuária.

Foi intenção do grupo de trabalho, durante todo projeto, preservar o patrimônio histórico e ecológico de São Vicente ao integrá-lo ao desenvolvimento humano, evitando a inevitável degradação destes, em caso contrário.

Notamos, desde o início das atividades, as dificuldades enfrentadas pelo projeto proposto. Entendemos, no entanto, que se trata de um projeto acadêmico, e assim sendo possui certa liberdade de pensamentos e considerações maiores que enfrentaremos na nossa vida profissional. É proposta fundamental deste trabalho a aplicação prática das diversas áreas de conhecimentos técnicos desenvolvidos ao longo do curso de Engenharia Civil da Escola Politécnica da USP.

Ao início do trabalho descobrimos, através de visita de campo registrada fotograficamente, a triste falta de planejamento hidroviário quando da construção das pontes que cercam o município de Santos e São Vicente; mesmo esta ilha abrigando o porto de maior importância da América Latina. As limitações de exploração do estuário vicentino, discutido na introdução e justificativa deste trabalho ilustram o baixo aproveitamento atual deste modal de transporte.

Foi surpresa e muito satisfatório para o nosso grupo perceber que ao tratar de um projeto de engenharia deveríamos discutir a situação econômica e social das comunidades envolvidas, tratando de assuntos muito distantes do que alguns colegas podem supor como a realidade de um profissional Engenheiro Civil. Porém, constatamos que as discussões e projetos desta área de atuação humana refletem diretamente sobre o progresso e desenvolvimento, e, portanto devemos analisar os impactos ambientais, mas também humanos e sociais destes projetos.

As pesquisas acadêmicas foram facilitadas pelo conhecimento e dedicação do nosso orientador, Prof. Paolo Alfredini, que muitas vezes buscou artigos e projetos de outras épocas ou de outros temas que pudessem complementar nosso projeto.

Dificuldades são enfrentadas pelo preconceito de muitas das pessoas consultadas quando analisam que estamos propondo um projeto que envolve um patrimônio histórico, uma região de vegetação nativa e outra de ocupação indevida. Mesmo tendo a liberdade acadêmica deste trabalho ainda pudemos conviver com a dificuldade de discussão deste tipo de projeto, sem nem ao mesmo estarmos o implantando. Esta experiência nos aproximou muito do que vemos nos jornais e revistas como atual da Engenharia Civil: as dificuldades burocráticas para implantação de um projeto.

O grupo pôde compor dados de grande valia sobre navegabilidade, estudos marítimos e fluviais, embarcações e demais assuntos relacionados. Obviamente a implantação de um projeto desta magnitude demandaria estudos e levantamentos atuais, pois estamos utilizando como referência projetos de diversas datas, conforme citamos:

- Anteprojeto da Ponte Pênsil – início do século XX
- Levantamentos batimétricos – 1966 até 1976
- Maregramas – 1944 até 1993
- Planimetria do IGC – 1986/1987

Acreditamos que estes dados foram suficientes para o escopo deste trabalho, como projeto conceitual e para estudo de viabilidade.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alfredini, Paolo. 2005. *Obras e gestão de portos e costas*. São Paulo : Edgard Blücher, 2005.

Blog PortoGente. 2008. Proposta Arrojada para o Porto de Santos. *PortoGente*. [Online] 28 de Novembro de 2008. [Citado em: 24 de Junho de 2009.] <http://www.portogente.com.br/comente/index.php?cod=18863>.

CDHU. 2009. CDHU vai regularizar assentamento México 70, em São Vicente. *Portal do Governo do Estado de São Paulo*. [Online] 7 de Abril de 2009. [Citado em: 2 de Junho de 2009.] <http://www.saopaulo.sp.gov.br/spnoticias/lenoticia.php?id=200317&c=5100>.

—. Programas Habitacionais - Programa México 70. *Secretaria da Habitação*. [Online] [Citado em: 2 de Junho de 2009.] <http://portalshcdhu.cdhu.sp.gov.br/http/prohab/recuperacao/mexico70/temexico.asp>.

CTH. 1966. *Relatório da Missão Hidrográfica de Santos*. São Paulo : s.n., 1966.

—. **1976.** *Relatório final dos estudos de recuperação e proteção da praia de São Vicente*. São Paulo : s.n., 1976.

FEMAR. 2000. *Catálogo de Estações Maregráficas Brasileiras*. Rio de Janeiro : FEMAR, 2000.

Folha de São Paulo. 2008. Governo federal quer apilar Santos. *Folha Online*. [Online] 13 de Julho de 2008. [Citado em: 2 de Junho de 2009.] <http://www1.folha.uol.com.br/fsp/dinheiro/fi1307200823.htm>.

—. **2008.** Maior porto do Brasil abriga favelas . *Folha Online*. [Online] 13 de Julho de 2008. [Citado em: 2 de Junho de 2009.] <http://www1.folha.uol.com.br/fsp/dinheiro/fi1307200824.htm>.

Gonçalves, Heloisa Helena Silva e Maffei, Carlos Eduardo Moreira. 2008. Resistência não drenada das argilas do Porto de Santos. *Congresso Luso Brasileiro de Geotecnia*. Coimbra, Portugal : ABMS, 2008. Vol. XI IV GEO'2008: A caracterização dos terrenos para as obras geotécnicas.

Governador do Estado de São Paulo, José Serra. 8 de outubro de 2008. Decreto nº 53.526 - APA Marinha do Litoral Centro. São Paulo : s.n., 8 de outubro de 2008.

Governador do Estado de São Paulo, Luiz Antonio Fleury Filho. 27 de setembro de 1993. Decreto nº 37.536 - Parque Estadual Xixová-Japuí. São Paulo : s.n., 27 de setembro de 1993.

Guesnet, Thomas. 2005. *Innovative Barge Trains for Effective Transport on Shallow Waters*. European Community : Competitive and Sustainable Growth Programme, 2005.

Hertz, Renato. 1999. *Manguezais do Brasil*. Fortaleza : Embrapa, 1999.

IBGE. 2006. Produto Interno Bruto dos Municípios 2003-2006. *IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*. [Online] 2006. [Citado em: 16 de Março de 2009.]
<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pibmunicipios/2006/default.shtm>.

Investe São Paulo. 2008. Codesp vai explorar bacia hidroviária para elevar movimentação em Santos. *Governo do Estado de São Paulo*. [Online] 03 de Dezembro de 2008. [Citado em: 24 de Junho de 2009.]
<http://www.investimentos.sp.gov.br/sis/lenoticia.php?id=4441&c=1>.

Lodovici, José Carlos. 1993. *Marina: o caso de Santos*. São Paulo : Dissertação (Mestrado), 1993.

—. **1999.** *Marinas: contribuição conceitual ao desenvolvimento de projetos; estudo de casos no litoral do Estado de São Paulo*. São Paulo : Tese (Doutorado), 1999.

Luiz Alberto Costa Franco. 2008. Como implantar a hidrovia no Porto de Santos. *PortoGente*. [Online] 16 de Dezembro de 2008. [Citado em: 24 de Junho de 2009.]
<http://www.portogente.com.br/texto.php?cod=19377&sec=155>.

Mendes, Carlos Pimentel. 2005. Porto das Naus, primeiro trapiche alfandegário. *Jornal Eletrônico Novo Milênio*. [Online] 23 de Abril de 2005. [Citado em: 17 de Junho de 2009.] <http://www.novomilenio.inf.br/sv/svh037.htm>.

Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. 1996. *Macrodiagnóstico da Zona Costeira do Brasil na Escala da União*. Brasil : s.n., 1996.

PIANC - International Navigation Association. 2001. *Marina Service Connections*. Brussels, Belgium : PIANC, 2001. ISBN 2-87223-122-6.

—. **2002.** *Mooring systems for recreational craft*. Brussels, Belgium : PIANC, 2002. ISBN 2-87223-126-9.

—. **1998.** *Planning of fishing ports*. Brussels, Belgium : PIANC, 1998. ISBN 2-87223-091-2.

—. **2008.** *Protecting water quality in marinas*. Brussels, Belgium : PIANC, 2008. ISBN 2-87223-164-1.

—. **2002.** *Recreational navigation and Nature*. Brussels, Belgium : PIANC, 2002. ISBN 2-87223-130-7.

—. **1997.** *Review of selected standards for floating dock designs.* Brussels, Belgium : PIANC, 1997. ISBN 2-87223-080-7.

—. **2000.** *Standards for the use of inland waterways by recreational craft.* Brussels, Belgium : PIANC, 2000. ISBN 2-87223-115-3.

Ribeiro, Mírian. 2009. O luxo que impulsiona a economia. *Jornal da Orla.* 26 de julho, 2009, Vols. Porto-Cidade.

Rios, Bruno. 2006. A revolução do sal. *PortoGente.* [Online] 29 de Agosto de 2006. [Citado em: 24 de Junho de 2009.]
<http://www.portogente.com.br/texto.php?cod=4268&sec=10>.

Siqueira, Maria Eliza de Sales Amaral. 2007. *Turismo e Favelas - Necessidades e Possibilidades: O caso da urbanização da favela do Dique Sambaiaatuba, em São Vicente (Baixada Santista, São Paulo).* São Paulo : Tese (Doutorado), 2007.

Soares, Ana Luísa de Souza. 2007. *Melhoramento dos mercados internos de produtos pesqueiros na América Latina e no Caribe.* Brasil : s.n., 2007.

Valéria Malzone. 2009. Projeto de transporte aquaviário chega à Câmara de São Vicente. *Jornal A Tribuna.* Sexta-feira, 17 de abril, 2009.

—. **2009.** Transporte por rios é alternativa. *Jornal A Tribuna.* Domingo, 22 de março, 2009.

Vasconcelos, Augusto Carlos de. 1993. *Pontes Brasileiras: viadutos e passarelas notáveis.* São Paulo : Editora Pini, 1993. ISBN 8572660216.

7 ANEXOS

- A. Carta batimétrica sobreposta à carta planimétrica de São Vicente
- B. Arranjo geral portuário
- C. Impactos ambientais decorrentes das ações de implantação e operação do terminal portuário em São Vicente