

CAPÍTULO 2

OBJETIVOS, JUSTIFICATIVAS E ESTUDO DE ALTERNATIVAS

2.1. OBJETIVOS E JUSTIFICATIVAS DO EMPREENDIMENTO

A Santa Rita S.A. – Terminais Portuários é proprietária da gleba onde o empreendimento Brasil Intermodal Terminal Santos – Terminal Brites é proposto, e tem como objetivo expandir a capacidade das instalações portuárias na Baixada Santista, especificamente com o desenvolvimento portuário de áreas situadas à margem esquerda do estuário de Santos, na área continental da Municipalidade de Santos, em região em frente ao Largo de Santa Rita, situado inteiramente fora da área do Porto Organizado, cuja jurisdição é Federal.

A proposta se alinha às diretrizes de ordenamento territorial do município, que estabelece a ZPR – Zona Portuária e Retroportária. Com investimentos previstos da ordem de R\$1,5 bilhão, o Terminal Brites tem como objetivo expandir a capacidade das instalações portuárias do Parque Portuário-Industrial do Estuário da Baixada Santista, considerando os seguintes objetivos específicos e diretrizes, pautados pelas limitações de ordem legal e ambiental incidentes na região:

- Aderência à Lei de Uso e Ocupação do Solo do Município de Santos.
- Respeito aos preceitos ambientais de preservação e sustentabilidade da área de influência direta e indireta, APA municipal e Parque Estadual da Serra do Mar.
- Vocação de múltiplo-uso.

- Multimodalidade logística, utilizar logística de transporte integrada, por meio da utilização dos modos de transporte ferroviário, rodoviário, aquaviário e dutoviário, a partir de estruturas existentes e da implantação de novos ramos.
- Oferecer infraestrutura portuária de múltiplo-uso com o objetivo de atender aos diversos tipos de carga que demandam as instalações portuárias do Estuário de Santos atualmente e aquelas que pretendem demandá-lo, tais como granéis sólidos e líquidos, carga geral containerizada, dentre outras.
- Utilização de técnicas construtivas de menor impacto ao Largo de Santa Rita, salvaguardando a hidrodinâmica da foz do Rio Jurubatuba (um dos principais mananciais da região) e as correntes do Largo de Santa Rita, além da biota aquática do mesmo.
- Manter a integridade das encostas dos morros, da paisagem regional e da preservação e recuperação do patrimônio histórico do entorno.
- Planejamento integrado da ocupação do Largo de Santa Rita pelo Terminal Brites simultaneamente a outros futuros projetos de áreas vizinhas ou adjacentes, consideradas as características locais e de aproveitamento possível de cada uma individualmente. Ou seja, ordenamento espacial segundo critérios técnicos/legais.
- Alinhamento e respeito ao planejamento do setor portuário previsto pelo Governo Federal.

2.1.1. O Parque Portuário-Industrial da Baixada Santista no Cenário de Expansão Portuária no País

O Terminal Brites se insere num contexto de demanda por ampliação de infraestrutura portuária na região da Baixada Santista, de que fazem parte quatro municípios: Cubatão, São Vicente, Guarujá e Santos, banhados pelo Estuário de Santos, dentro de um conceito moderno de operação – nos moldes do mercado internacional – que promova a redução dos tempos de espera e a segurança ao tráfego de embarcações, fatores estes proporcionados por retroáreas mais amplas e sistemas mecanizados de carregamento e descarregamento de embarcações, possibilitando ainda operações com carga diversificada.

O principal aspecto que contribui para sua instalação diz respeito à necessidade de ampliação da capacidade portuária do país, de forma a propiciar o aproveitamento pleno das oportunidades crescentes de inserção do Brasil como um *player* importante no comércio exterior.

Contribui para sua instalação, uma situação de incompatibilidade entre a oferta e a demanda de infraestrutura portuária no país, quadro que deverá se agravar a partir da recuperação econômica dos principais consumidores globais e, inclusive, perante a necessidade futura de investimentos para a exploração do pré-sal, que demandarão bases de apoio *offshore* e retroáreas (pontos próximos aos terminais, para armazenamento de cargas).

Adiciona-se a isso, a necessidade de modernização das operações portuárias nacionais, aumentando a eficiência na movimentação de carga com a conseqüente redução dos tempos de espera de embarcações. Atualmente, a capacidade instalada de atendimento do Porto de Santos, administrado pela Codesp, é estimado em 110 milhões de toneladas, que pode se esgotar em poucos anos e causar prejuízos comerciais, uma vez que utiliza 74% de sua capacidade atual (81,1 milhões de toneladas em 2008) causando freqüentes gargalos relacionados à disponibilidade de berços, equipamentos, locais de armazenamento de cargas e outros recursos.

Para tanto, faz-se vantajoso que a Baixada Santista, que tem um dos maiores Parques Portuários-Industriais da América Latina em termos de valor de mercadorias movimentadas, no qual se insere o Porto de Santos da Codesp, além de outros, – respondendo por cerca de 25% do valor do comércio exterior do país –, continue tendo papel de primazia, para o qual é de fundamental importância sua modernização para fazer frente aos indicadores internacionais de operação portuária.

Por meio do Porto de Santos (Codesp) atualmente são escoadas cargas movimentadas por modais diversos (rodoviário – cerca de 75% do total –, ferroviário, dutoviário e marítimo; tanto para cabotagem, quanto para reembarque internacional), armazenadas em área total de 7,7 milhões de metros quadrados, sendo: (i) 3,6 milhões na margem direita (em área adjacente ao núcleo urbano da cidade de Santos, em seu território insular); e (ii) 4,1 milhões na margem esquerda (sendo uma parte em área adjacente ao núcleo urbano de Vicente de Carvalho – Município de Guarujá e parte na Ilha de Barnabé – área continental do Município de Santos).

Além dessas áreas, há ainda no mesmo estuário: (i) aquelas ocupadas por terminais privativos fora do Porto Organizado, situadas mais adentro do estuário – no Canal de Piaçaguera, como USIMINAS (no Município de Cubatão) e FOSFERTIL (na área continental do Município de Santos), ainda com potencial de expansão; (ii) outras com novos projetos em desenvolvimento, como a EMBRAPORT – Empresa Brasileira de Terminais Portuários, um terminal privativo de uso misto, também fora do Porto Organizado (localizado no Município de Santos, área continental); e (iii) a BTP – Brasil Terminais Portuários (inserido no Porto de Santos, da Codesp, margem direita, área insular).

Por sua privilegiada localização logística-estratégica em relação à produção nacional que demanda importação e exportação de mercadorias, o Parque Portuário-Industrial da Baixada Santista consolidou-se como a mais importante área portuária e logística de transportes do Estado de São Paulo e das regiões Sudeste e Centro-Oeste. Isto porque abrange não apenas o mercado da produção direta do Estado de São Paulo, mas também os de Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Goiás, que compõem sua hinterlândia e coincide com o principal mercado brasileiro.

Com a ampliação e modernização do Parque Portuário-Industrial da Baixada Santista, o Estado de São Paulo vê aumentada a capacidade de movimentação desta porta de saída, ampliando a possibilidade de escoamento das mercadorias de alto valor agregado produzidas no interior do Estado e nos Estados vizinhos, em geral transportadas em carga geral containerizada, garantindo sua competitividade e seu posicionamento no comércio exterior.

Isto posto, verifica-se que a importância econômica do Parque Portuário-Industrial da Baixada

Santista é a principal justificativa para a realização do empreendimento Terminal Brites.

2.1.2. A Balança Comercial Brasileira e a Expansão da Movimentação de Cargas por Portos

A balança comercial brasileira vem apresentando taxas de crescimento crescentes, como demonstrado na Tabela 2.1.2 – 1 a seguir, com exceção dos períodos 2006/2007 e 2007/2008, quando apresentou decréscimo, neste último período devido à crise financeira mundial, que levou a uma depreciação dos preços internacionais de *commodities* agrícolas e minerais, e a queda da demanda por bens.

De acordo com dados do Ministério do Desenvolvimento e Comércio Exterior, em 2009 o comércio exterior brasileiro totalizou até setembro US\$202,3 bilhões, com redução de 28,3% sobre o mesmo período de 2008. As exportações corresponderam a US\$111,8 bilhões e as importações a US\$90,5 bilhões. Em relação a janeiro-setembro de 2008, as exportações apresentaram redução de 25,9% e as importações, de 31%. O saldo comercial atingiu US\$21,3 bilhões em janeiro-setembro de 2009, significando aumento de 8% sobre igual período de 2008, de US\$19,7 bilhões, motivado por uma redução menor das exportações em relação às importações.

Assinale-se o crescimento de 0,3% das exportações no mês de setembro em relação a agosto, indicando uma tendência de recuperação das exportações brasileiras.

Tabela 2.1.2 - 1: Balança Comercial Brasileira entre 2000 e 2008 (valores em U\$1.000 FOB)

Ano	Exportação	Importação	Saldo
2000	55.118.920	55.850.663	-731.743
2001	58.286.593	55.601.758	2.684.835
2002	60.438.653	47.242.654	13.195.999
2003	73.203.222	48.325.567	24.877.655
2004	96.677.497	62.835.616	33.841.882
2005	118.529.184	73.600.376	44.928.809
2006	137.807.470	91.350.841	46.456.629
2007	160.649.073	120.617.446	40.031.627
2008	197.942.443	173.196.634	24.745.809

Fonte: MDIC - www.desenvolvimento.gov.br

A crise financeira mundial iniciada no 2º semestre de 2008 repercutiu nas operações portuárias devido à diminuição dos fluxos de carga. Os portos brasileiros sofreram um reflexo direto, com reversão do quadro de crescimento de movimentação de cargas por via portuária. Considerando que mais de 95% (correspondendo a 768 milhões de toneladas de carga em 2008) de todo comércio exterior passa pelos portos, com a retração econômica, os reflexos no desempenho portuário brasileiro eram inevitáveis. De acordo com dados do Anuário Estatístico Portuário – AEP da ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviários, os portos são considerados estratégicos para o País, pois sustentam as interconexões modais do sistema viário nacional, exercem papel de

indutores do desenvolvimento e permitem as ligações com outros portos nacionais, marítimos e interiores.

O país conta com 34 portos organizados ao longo da costa, a maioria em áreas litorâneas e outros situados nas vias navegáveis interiores. O setor portuário nacional conta também com mais de uma centena de terminais, onde mediante autorização, a iniciativa privada explora os serviços portuários.

Registra-se que em 2008 foram iniciadas operações de mais 15 novos terminais privativos, cujo volume de carga alcançou 16,5 milhões de toneladas, ou 2,1% em relação ao total movimentado nos portos e terminais. Levando-se em conta apenas os portos e terminais constantes no AEP de 2007, houve uma redução de 0,4% na movimentação total de cargas no país, conseqüência da crise mundial, conforme já mencionado. A maior parcela da movimentação de carga foi do granel sólido (60%), seguida de granel líquido (25%) e carga geral (15%), sendo 62% desta última acondicionada em contêineres.

Conforme observado na Tabela 2.1.2 – 2 a seguir, a movimentação de granel sólido se concentrou nos portos de Itaquí e Tubarão (43%), correspondendo à movimentação de minério de ferro. Quanto ao granel líquido, a maior concentração se deu nos portos de São Sebastião, Aratu e Angra dos Reis (54% do total), sendo constituído principalmente por combustíveis, óleos minerais e produtos químicos orgânicos. Já a carga geral teve sua concentração no Porto de Santos, que isoladamente concentrou 29% da carga movimentada.

Tabela 2.1.2 - 2: Movimentação de cargas nos portos organizados e terminais de uso privativo e distribuição espacial - 2008

PORTOS	GRANEL SÓLIDO	%	GRANEL LÍQUIDO	%	CARGA GERAL	%	TOTAL	%
ITAQUI-MA	98.548.694	21,42	6.529.560	3,34	108.685	0,10	105.186.939	13,69
TUBARÃO-ES	98.479.640	21,40	1.393.653	0,71	-	-	99.873.293	13,00
ITAGUAÍ-RJ	80.732.666	17,54	-	-	4.155.666	3,69	84.888.332	11,05
SANTOS-SP	35.419.219	7,70	14.379.147	7,35	33.517.821	29,79	83.316.187	10,84
SÃO SEBASTIÃO-SP	549.103	0,12	47.413.053	24,24	416.970	0,37	48.379.126	6,30
PARANAGUÁ-PR	20.246.890	4,40	3.971.813	2,03	9.799.513	8,71	34.018.216	4,43
ARATU-BA	4.108.981	0,89	27.492.056	14,05	-	-	31.601.037	4,11
ANGRA DOS REIS-RJ	-	-	30.195.739	15,43	228.993	0,20	30.424.732	3,96
RIO GRANDE-RS	13.917.770	3,02	3.839.167	1,96	6.795.279	6,04	24.552.216	3,20
BELÉM-PA	18.311.944	3,98	2.050.668	1,05	1.091.700	0,97	21.454.312	2,79
VILA DO CONDE-PA	15.664.343	3,40	2.297.183	1,17	2.510.226	2,23	20.471.752	2,66
PRAIA MOLE-ES	13.307.367	2,89	25.162	0,01	7.172.633	6,38	20.505.162	2,67
RIO DE JANEIRO-RJ	1.985.727	0,43	11.375.049	5,81	6.442.806	5,73	19.803.582	2,58
PONTA UBU-ES	17.660.461	3,84	-	-	-	-	17.660.461	2,30
S. FRANCISCO DO SUL-SC	4.181.015	0,91	9.349.877	4,78	3.455.889	3,07	16.986.781	2,21
MANAUS-AM	4.467.483	0,97	7.752.411	3,96	4.045.856	3,60	16.265.750	2,12
PORTO ALEGRE-RS	1.196.573	0,26	12.098.606	6,18	356.445	0,32	13.651.624	1,78
SUAPE-PE	637.093	0,14	4.067.802	2,08	3.950.147	3,51	8.655.042	1,13
BARRA DO RIACHO-ES	-	-	-	-	7.602.932	6,76	7.602.932	0,99
VITÓRIA-ES	1.799.014	0,39	345.487	0,18	5.077.769	4,51	7.222.270	0,94
ITAJÁ-SC	-	-	49.048	0,03	6.772.292	6,02	6.821.340	0,89
SALVADOR-BA	2.713.684	0,59	3.515	0,00	3.120.060	2,77	5.837.259	0,76
MACEIÓ-AL	2.400.074	0,52	1.939.006	0,99	440.501	0,39	4.779.581	0,62
CORUMBÁ/LADÁRIO-MS	4.291.564	0,93	-	-	3.309	0,00	4.294.873	0,56
SERGIPE-SE	1.285.423	0,28	2.500.764	1,28	-	-	3.786.187	0,49
FORTALEZA-CE	1.101.239	0,24	1.812.883	0,93	841.390	0,75	3.755.512	0,49
AREIA BRANCA-RN	3.745.876	0,81	-	-	-	-	3.745.876	0,49
NATAL-RN	100.421	0,02	2.912.143	1,49	219.579	0,20	3.232.143	0,42
PORTO VELHO-RO	2.449.673	0,53	160.352	0,08	281.631	0,25	2.891.656	0,38
RECIFE-PE	1.588.439	0,35	75.614	0,04	321.080	0,29	1.985.133	0,26
PRES. EPITÁCIO-SP	1.947.476	0,42	-	-	-	-	1.947.476	0,25
IMBITUBA-SC	1.332.454	0,29	122.228	0,06	407.820	0,36	1.862.502	0,24

PORTOS	GRANEL SÓLIDO	%	GRANEL LÍQUIDO	%	CARGA GERAL	%	TOTAL	%
PANORAMA-SP	1.799.441	0,39	-	-	-	-	1.799.441	0,23
ILHEUS-BA	113.678	0,02	-	-	1.409.099	1,25	1.522.777	0,20
SANTANA-AP	1.493.762	0,32	-	-	15.461	0,01	1.509.223	0,20
PECÉM	-	-	-	-	1.448.417	1,29	1.448.417	0,19
SANTARÉM-PA	942.213	0,20	32.604	0,02	226.147	0,20	1.200.964	0,16
NORTE CAPIXABA-ES	-	-	914.132	0,47	-	-	914.132	0,12
CABEDELO-PB	292.285	0,06	531.693	0,27	64.298	0,06	888.276	0,12
ESTRELA-RS	446.860	0,10	6.940	0,00	-	-	453.800	0,06
PELOTAS-RS	430.082	0,09	-	-	377	0,00	430.459	0,06
ANTONINA-PR	114.402	0,02	-	-	155.175	0,14	269.577	0,04
CHARQUEADAS-RS	208.275	0,05	-	-	-	-	208.275	0,03
FORNO-RJ	123.532	0,03	-	-	-	-	123.532	0,02
CÁCERES-MT	49.507	0,01	-	-	-	-	49.507	0,01
NITERÓI-RJ	-	-	-	-	45.886	0,04	45.886	0,01
TOTAL	460.184.343	100,00	195.637.355	100,00	112.501.852	100,00	768.323.550	100,00

Fonte: ANTAQ – Agência Nacional de Transportes Aquaviários, AEP, 2008.

A carga containerizada vem contribuindo para a redução dos custos de movimentação portuária. Para que seja possível ganho de eficiência, porém, este novo modelo de embalagem exige: (i) modernização dos equipamentos de cais; (ii) utilização de mão de obra qualificada; e (iii) necessariamente, área operacional com *layout* moderno: pátio de manobras de grandes dimensões, retroáreas adequadas e cais suficiente para operação em terra com equipamentos de grande porte, suficientes para servir navios cada vez maiores. No caso do Terminal Brites, navios *post panamax*.

Atualmente, os navios permanecem atracados menos tempo ao terminal de operação. O aumento das operações de transbordo tem possibilitado que os navios contêineres, cada vez maiores, e com grande concentração de carga, realizem transporte de grandes volumes em longas rotas.

Cerca de 25% de toda a movimentação de carga geral containerizada no mundo hoje é proveniente de operações de transbordo, proporção que vem apresentando incremento crescente.

O aumento da capacidade de carga dos navios implica na necessidade de aumento das retroáreas para armazenamento, sendo que os portos brasileiros movimentam em média 35 contêineres/hora, abaixo da média mundial que é de 40.

Quanto à dinâmica do movimento de embarcações, ainda segundo dados do AEP, do total de 43.846 atracações realizadas em 2008, 46,5% operou no longo curso, 29% na cabotagem, e, 24,5% em outras navegações, incluída a navegação interior. Merece destaque o número de atracações ocorrido no Porto de Santos (Codesp) nas operações de longo curso (29%) e na cabotagem (sendo que Santos, juntamente com Vitória, correspondeu a cerca de 41% do total). Os números podem ser vistos na Tabela 2.1.2 – 3 apresentada a seguir.

Tabela 2.1.2 - 3: Movimento de embarcações nos portos organizados e terminais de uso privativo e distribuição espacial, por tipo de navegação - 2008

PORTO	LONGO CURSO	%	CABOTAGEM	%	OUTRAS NAVEGAÇÕES	%	TOTAL	%
SANTOS-SP	5.958	28,73	2.244	18,27	-	0,00	8.202	18,68
VITÓRIA-ES	1.434	6,92	2.944	23,96	-	0,00	4.378	9,97
RIO GRANDE-RS	1.501	7,24	404	3,29	1.856	17,05	3.761	8,57
PARANAGUÁ-PR	2.305	11,12	940	7,65	-	0,00	3.245	7,39
CORUMBÁ/LADÁRIO-MS	929	4,48	3	0,02	1.908	17,53	2.840	6,47
MANAUS-AM	107	0,52	568	4,62	2.116	19,44	2.791	6,36
PORTO VELHO-RO	-	0,00	-	0,00	1.803	16,56	1.803	4,11
BELÉM-PA	339	1,63	332	2,70	1.073	9,86	1.744	3,97

SALVADOR-BA	782	3,77	505	4,11	-	0,00	1.287	2,93
PORTO ALEGRE-RS	294	1,42	112	0,91	726	6,67	1.132	2,58
SUAPE-PE	607	2,93	435	3,54	-	0,00	1.042	2,37
ITAQUI-MA	757	3,65	276	2,25	-	0,00	1.033	2,35
FORTALEZA-CE	562	2,71	428	3,48	1	0,01	991	2,26
SÃO FRANCISCO DO SUL-SC	639	3,08	322	2,62	-	0,00	961	2,19
VILA DO CONDE-PA	653	3,15	116	0,94	177	1,63	946	2,15
TUBARÃO-ES	788	3,80	66	0,54	-	0,00	854	1,95
RIO DE JANEIRO-RJ	270	1,30	533	4,34	-	0,00	803	1,83
ARATU-BA	343	1,65	397	3,23	1	0,01	741	1,69
BARRA DO RIACHO-ES	252	1,22	488	3,97	-	0,00	740	1,69
SANTARÉM-PA	71	0,34	-	0,00	623	5,72	694	1,58
ITAJÁI-SC	592	2,86	-	0,00	-	0,00	592	1,35
MACEIÓ-AL	215	1,04	213	1,73	-	0,00	428	0,97
ILHÉUS-BA	14	0,07	389	3,17	-	0,00	403	0,92
RECIFE-PE	152	0,73	184	1,50	-	0,00	336	0,77
ITAGUAÍ-RJ	300	1,45	-	0,00	-	0,00	300	0,68
SANTANA-AP	48	0,23	-	0,00	242	2,22	290	0,66
NATAL-RN	73	0,35	138	1,12	-	0,00	211	0,48
PRAIA MOLE-ES	203	0,98	7	0,06	-	0,00	210	0,48
PONTA UBU-ES	189	0,91	-	-	-	-	189	0,43
PELOTAS-RS	1	0,00	1	0,01	186	1,71	188	0,43
IMBITUBA-SC	139	0,67	33	0,27	-	0,00	172	0,39
CHARQUEADAS-RS	-	-	-	-	120	1,10	120	0,27
SERGIPE-SE	39	0,19	65	0,53	-	0,00	104	0,24
CABEDELO-PB	36	0,17	57	0,46	-	0,00	93	0,21
SÃO SEBASTIÃO-SP	60	0,29	11	0,09	-	0,00	71	0,16
AREIA BRANCA-RN	31	0,15	35	0,28	-	0,00	66	0,15
ESTRELA-RS	-	0,00	-	0,00	55	0,51	55	0,13
ANTONINA-PR	49	0,24	-	0,00	-	0,00	49	0,11
NORTE CAPIXABA-ES	-	0,00	34	0,28	-	0,00	34	0,08
FORNO-RJ	3	0,01	5	0,04	-	0,00	8	0,02
ANGRA DOS REIS-RJ	...	-	-	-	-	-	-	-
CÁCERES-MT	-	-	-	-	...	-	-	-
NITERÓI-RJ	-	-	...	-	-	-	-	-
PANORAMA-SP	-	-	-	-	-	-	-	-
PRES. EPITÁCIO-SP	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	20.735	100,00	12.285	100,00	10.887	100,00	43.907	100,00

Fonte: Antaq – Agência Nacional de Transportes Aquaviários, AEP, 2008.

Quanto à evolução anual em relação à natureza da carga, a movimentação de carga geral teve o maior incremento, superior a 12%. A movimentação de granéis se manteve estável em relação a 2007.

Manteve-se a predominância da navegação de longo curso, que representou 74% do total movimentado (568 milhões de toneladas), enquanto que a navegação de cabotagem correspondeu a 22 %.

Os portos organizados são responsáveis por 90% da movimentação total de carga geral containerizada do país. A movimentação total brasileira de carga containerizada, de 7,0 milhões de TEU (*Twenty Equivalent Unit* - unidade equivalente a um contêiner de 20 pés) em 2008 (aproximadamente 6,7% a mais do que em 2007), concentrou-se no Porto de Santos (Codesp), que participou com aproximadamente 38% do total, seguido de longe pelos portos de Rio Grande (SPURG) e Paranaguá (APPA), cuja participação não ultrapassou 10%, cada um, do total movimentado pelos portos brasileiros. O acondicionamento de carga em contêineres teve modesto aumento de 2,5% na navegação de longo curso frente ao aumento de 28% no fluxo deste tipo de carga na navegação de cabotagem.

A corrente de comércio brasileiro que se utilizou dos portos e terminais em 2008 na importação e exportação de mercadorias chegou a 568 milhões de toneladas. No balanço, verifica-se que os fluxos de exportação atingiram 454 milhões, apresentando superávit da ordem de 339 milhões de toneladas.

Entre 2004 e 2008, constata-se que o crescimento médio anual dos fluxos de comércio exterior situou-se em 7,2%a.a., com as exportações evoluindo à ordem de 7,6%a.a., e as importações apresentando variações anuais em torno de 5,5%. Registra-se que houve maior incremento nas quantidades entre 2006 e 2007, quando se obteve acréscimo de 10%, impulsionado pelas importações, que situaram em 19%. Entretanto, considerando a variação entre 2007 e 2008, embora o crescimento médio anual desde 2003 tenha situado em torno de 7%, a tonelagem do comércio exterior brasileiro registrada na movimentação portuária reduziu para menos de 2%. Pode-se atribuir este fato aos reflexos da crise financeira internacional, acentuados no 2º semestre de 2008.

O incremento da movimentação de carga via portos demonstra a necessidade de expansão das atividades portuárias, sem a qual a economia do país poderá sofrer conseqüências difusas pelas dificuldades de escoamento da produção ou da obtenção de insumos necessários à realização desta. O Porto de Santos (Codesp), que tem papel de primazia no contexto da estrutura portuária brasileira, apresentou acréscimo de mais de 49% de carga movimentada entre 2001 e 2005.

Se por um lado a expansão do movimento dos portos significa uma oportunidade para os empreendedores que operam nesse setor expandirem seus negócios, por outro lado, a não-realização dessa expansão significa aumento de custos para o país, que pode comprometer sua competitividade no mercado internacional e inviabilizar seu crescimento sustentado em médio prazo.

Desse modo, o empreendimento, na medida em que implica na expansão das atividades portuárias e na modernização operacional das mesmas, para atender a uma demanda de aumento de produtividade e competitividade dos portos brasileiros, constitui numa necessidade que se justifica no contexto de crescimento econômico planejado para o país

2.1.3. O Parque Portuário-Industrial da Baixada Santista e o Desenvolvimento da Região

O Município de Santos, devido às características de seu território, conta com um grande entrave para seu crescimento urbano, impondo-lhe um ritmo de expansão menor, comparado ao dos seus vizinhos. A porção insular, mesmo correspondendo à menor parcela de seu território, é o coração do município e onde hoje se encontra instalada a grande maioria de sua população, a maior parte de seus equipamentos urbanos, além do Porto da Codesp e indústrias leves em seu entorno. A dinâmica de ocupação desta área acompanhou a lógica de crescimento da cidade, a qual atualmente está amplamente consolidada, incentivada primeiramente pela atividade portuária comercial; e depois, pelo incremento da atividade turística, com a conseqüente ocupação de toda a orla por prédios residenciais e pelo comércio voltado principalmente aos turistas.

Por outro lado, a porção continental de Santos apresenta ocupação esparsa, sendo formada principalmente por restingas e manguezais, em áreas de preservação ambiental. Próximo à gleba, prevista para a instalação do empreendimento em pauta, encontra-se alguma atividade agrícola;

principalmente de subsistência; um aterro sanitário em atividade (com expansão prevista); uma usina de asfalto; um trecho da via ferroviária permanente da concessionária MRS (ligação entre Cubatão, Santos e Guarujá); a pequena comunidade de pescadores da Ilha Diana; o Terminal da Ilha de Barnabé (que faz parte do Porto de Santos - Codesp); o Terminal Privativo de Uso Misto da EMBRAPORT (em fase de implantação); uma jazida mineral em atividade; e, mais ao largo, a pequena comunidade de pescadores de Monte Cabrão.

A expansão do Parque Portuário-Industrial da Baixada Santista é um dos fatores mais importantes e estratégicos no atual quadro de desenvolvimento da região, na medida em que corresponde, historicamente, a uma das principais vocações do desenvolvimento regional; vocação esta diretamente relacionada e alinhada ao desenvolvimento econômico da vizinha Cubatão, como pólo industrial, e ainda plenamente ajustada à vocação turística desempenhada tanto por Santos como pelos municípios vizinhos de Guarujá, Bertioga e São Vicente. Demonstrativo desse papel preponderante na economia santista é a análise da evolução da balança comercial do município, que, de acordo com dados do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, passou de R\$367 bilhões em 2000 para cerca de R\$2.940 trilhões em 2008, um crescimento de mais de oito vezes.

Por sua localização logística-estratégica, o desenvolvimento do Parque Portuário-Industrial da Baixada Santista, requer a participação da iniciativa privada – categoria na qual se insere o empreendimento em análise – a qual deverá arcar com cerca de 70% do total a ser investido no plano de ampliação que está sendo concluído pelo Banco Mundial. O estudo prevê crescimento de até 158% no movimento do porto entre 2009 e 2024, de cerca de 89 milhões para aproximadamente 230 milhões de toneladas¹. Para tanto, o Porto de Santos precisará de 16 novos berços especializados para atender à demanda até 2024. Nove deles terão de ser construídos até 2014. O movimento de cargas gerais (contêinerizadas e veículos) deve crescer 238% até 2024. Em cinco anos, o volume já terá aumentado 58%.

Alguns investimentos privados em curso envolvem: (i) a ampliação de terminais como, o Tecondi – Terminal de Contêineres da Margem Direita (inserido no Porto de Santos, da Codesp), na margem direita do estuário; e (ii) a instalação de novos terminais, como o da EMBRAPORT e o da BTP.

Como contrapartida, o poder público deverá arcar com o restante, focando os investimentos em melhorias dos acessos marítimo e terrestre ao Porto. Atualmente, vem sendo implantada a Avenida Perimetral (com recursos do Programa de Aceleração do Crescimento - PAC) na margem direita e está projetada a Avenida Perimetral da margem esquerda, para organizar o tráfego de caminhões e veículos. Há necessidade ainda de ampliação do transporte ferroviário, o que poderá ser cumprido pelo Ferroanel de São Paulo, promovendo a retirada de algumas centenas de caminhões das rodovias. Ainda, com investimentos privados em infraestrutura ferroviária, como o da Rumo Logística, do grupo Cosan, voltado ao escoamento do açúcar do interior de São Paulo a Santos, a participação da

¹ De acordo com informações veiculadas em artigo do jornal O Estado de São Paulo em 27/09/2009 (p. B11).

ferrovia nos embarques do produto em Santos poderá passar dos atuais 17% para aproximadamente 70% (conforme informações de O Estado de S. Paulo em matéria já citada).

A melhoria do acesso marítimo será garantida em grande medida pelo aprofundamento do Canal do Porto de Santos, dos atuais cerca de 13m, para 15m e posteriormente para 17m, possibilitando o recebimento de navios de grande porte (os chamados *post panamax*). De acordo com a Codesp, as obras de dragagem e derrocagem devem começar ainda neste ano de 2009. Além de maior profundidade, a largura do canal será elevada de 150 para 220m (nos seus pontos mais estreitos), possibilitando a navegação simultânea nos dois sentidos e capacitando o Estuário de Santos e seus empreendimentos localizados para recebimento de navios de até 9.000TEU.

Estão previstas ainda a reestruturação administrativa da Codesp, com reforço das áreas de planejamento, fiscalização e meio ambiente, e a revisão de tarifas. Em relação a este particular as tarifas portuárias não são reajustadas há mais de cinco anos e a expectativa é de que ocorra uma alta de 15% nos preços praticados.

2.1.4. Considerações Finais

A instalação de um novo terminal portuário uso privativo no município de Santos apresenta diferentes desafios e gera novas demandas de infraestrutura, de incentivo à preservação ambiental, assim como suporte ao desenvolvimento socioeconômico da região.

A necessidade de expansão das atividades portuárias na Região da Baixada Santista decorre de um processo histórico marcado em alguns momentos por contradições entre o desenvolvimento tecnológico e econômico, em detrimento das condições sociais, urbanas e ambientais nos contextos municipais e regional.

Ao longo da história o conhecido Porto de Santos, administrado atualmente pela Codesp, tem passado por profundas transformações. Vale destacar a Lei 9.630/1993, lei de Modernização dos Portos, que provocou mudanças organizacionais e administrativas no sistema portuário nacional como um todo, e deu origem à sua fase atual. Essas mudanças, provocadas pelas atuais características das cargas e o aumento de seu volume de geração, promoveram de um lado a necessidade da criação de uma nova estrutura física-locacional – um modelo portuário operacionalmente mais eficiente (com novos conceitos e *layouts* de ocupação, aliado à utilização de novos equipamentos) –, e de outro a reorganização de algumas estruturas do setor: regras organizacionais e administrativas-gerenciais, trabalhista, logística e de todas as inovações operadas no setor de transporte marítimo em toda sua cadeia. Estas mudanças promoveram impactos positivos, como o significativo aumento das receitas tributárias. Mas também trouxeram alguns impactos negativos, especialmente na margem direita do porto, como a saturação da malha viária urbana, área insular da cidade de Santos. Além de problemas vários, trouxeram também conflitos com a cidade e seus moradores: incômodos por ruídos e odores, e riscos de acidentes. No que concerne ao poder público local, é mandatário e fundamental a contínua ação de planejamento para garantia de equilíbrio entre desenvolvimento econômico e qualidade socioambiental, investindo continuamente, de forma relevante, em infraestrutura viária, de serviços, de segurança e saneamento.

Nesse sentido, a margem esquerda, área continental da cidade de Santos (margem oposta no estuário) onde se encontra o Terminal Brites constitui uma nova oportunidade de ocupação em que será possível serem utilizados todos os instrumentos de planejamento da atividade portuária, pela atividade privada, bem como de planejamento urbano pela Municipalidade de forma integrada.

Quanto à iniciativa privada, o interesse dos empreendedores é investir em empreendimentos modernos, na ampliação e modernização de alcance internacional da principal região portuária do Brasil e da América Latina, o Parque Portuário-Industrial da Baixada Santista. O Porto de Santos (Codesp), sozinho, hoje representa cerca de 25% do total do comércio exterior brasileiro, mantendo-se distante do segundo lugar, ocupado pelo Porto de Vitória/ES (Codesa), que responde por pouco mais de 7%. Além disso, trata-se do principal porto do país em termos de movimentação de carga geral contêinerizada, tipologia de movimentação que vem ganhando importância em termos de fluxos de cargas gerais no comércio mundial, ao proporcionar importantes ganhos de escala às operações comerciais de âmbito internacional. Destaca-se ainda que a produção potencialmente escoada pelo Porto de Santos (Codesp), cuja hinterlândia alcança os Estados de São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e Goiás, corresponde a quase 50% do PIB brasileiro, reforçando sua importância no contexto da economia do país.

Por fim, as informações anteriormente apresentadas demonstram a primazia do potencial portuário da região da Baixada Santista, do Estuário de Santos, cujas águas banham as cidades de Cubatão, São Vicente, Guarujá e Santos, que juntos formam o Parque Portuário-Industrial da Baixada Santista, margens direita e esquerda, e seu papel preponderante para o incremento e consolidação do país no comércio internacional; por outro lado, a necessidade de sua constante modernização, de forma a acompanhar o dinamismo comercial, tecnológico e operacional, tanto do lado da produção como do lado da movimentação das cargas.

Neste contexto, e alinhada aos preceitos mais modernos de operações portuárias de cargas gerais contêinerizadas, de graneis sólidos e líquidos (que juntos representam quase 50% da movimentação brasileira) escoados dentro de plataforma multimodal de transportes, a SANTA RITA S.A. – Terminais Portuários pretende desenvolver o Brasil Intermodal Terminal Santos – Terminal Brites.

O Terminal Brites foi concebido e planejado atendendo os seguintes fundamentos básicos: (i) aderência à Lei de Uso e Ocupação do Solo do Município de Santos; (ii) respeito aos preceitos ambientais de preservação e sustentabilidade da área de influência direta e indireta, APA municipal e Parque Estadual da Serra do Mar; (iii) manter a integridade das encostas dos morros, da paisagem regional e da preservação e recuperação do patrimônio histórico do entorno; (iv) vocação de múltiplo-uso; (v) multimodalidade logística; (vi) utilização de técnicas construtivas de menor impacto ao Largo de Santa Rita, salvaguardando a hidrodinâmica da foz do Rio Jurubatuba (um dos principais mananciais da região) e as correntes do Largo de Santa Rita, além da biota aquática do mesmo; (vii) planejamento integrado da ocupação do Largo de Santa Rita pelo Terminal Brites simultaneamente a outros futuros projetos de áreas vizinhas ou adjacentes, consideradas as características locais e de aproveitamento possível de cada uma individualmente. Ou seja,

ordenamento espacial segundo critérios técnicos/legais; e finalmente (viii) alinhamento e respeito ao planejamento do setor portuário previsto pelo Governo Federal.

Para a análise de sua plena viabilidade, o empreendedor deverá demonstrar o atendimento e adequação do empreendimento aos requisitos legais e sua viabilidade ambiental – analisadas e demonstradas neste EIA – considerando as variáveis de harmonização de sua inserção ao meio, o aumento de economias de escala dos investimentos públicos e privados realizados ou planejados para o local pretendido para a instalação do empreendimento. Ademais, sua integração com a economia local e regional; os efeitos positivos que propiciará a partir de sua operação para o desenvolvimento socioeconômico em geral e sua integração às características sociais e culturais do meio em que será inserido.

2.2. ALTERNATIVAS LOCACIONAIS

2.2.1. Alternativas Regionais

As alternativas regionais para a implantação de um terminal com porte e funções como as previstas para o empreendimento objeto de análise no presente EIA, apontam inicialmente para duas possibilidades, a saber: (i) implantação *greenfield*, isto é, em região onde ainda não há atividade portuária; ou, (ii) a instalação nas proximidades de um porto organizado (já consolidado), com operações em andamento e, principalmente, com perspectivas de desenvolvimento asseguradas em curto e médio prazos.

A primeira dessas duas possibilidades foi descartada devido a vários fatores, entre os quais se destacam:

- A duração e montante de recursos que estariam envolvidos para a elaboração de estudos de prospecção de novos locais adequados a instalações portuárias do porte do Terminal Brites;
- Os riscos de eventuais restrições de ordem patrimonial, ambiental, social e também daquelas de caráter local que pudessem comprometer a concepção do empreendimento e suas metas de atendimento;
- A ausência de instalações, equipamentos e serviços de apoio essenciais à operação do empreendimento, tais como balizamento marítimo, dragagem, praticagem, rebocadores, suprimento e atendimento de embarcações e tripulações, alfândega e outros, os quais teriam que ser implantados e operados adicionalmente ao terminal como concebido, com considerável incremento de intervenções que teriam que ser realizadas e seus impactos decorrentes, inclusive ambientais.

Além desses aspectos intrínsecos às questões logísticas relacionadas ao transporte de cargas pela via marítima, há ainda que ser considerados os seguintes aspectos restritivos que tornam a alternativa *greenfield* desaconselhável, notadamente considerando-se um Estado como São Paulo, que possui duas regiões portuárias já estruturadas (Santos e São Sebastião) que comportam expansões:

- Demanda por infraestrutura viária e ferroviária estabelecida e em proporções adequadas para atender ao incremento no transporte de cargas a ser gerado pelo Terminal;
- Demanda por mão de obra especializada, por serviços e bens associados a atividades que são essenciais ao bom funcionamento do Terminal (atividades de terra voltadas ao despacho e recepção de cargas, manutenção de frotas, transporte terrestre, entre outras). A oferta dessas atividades já está fortemente presente nas regiões do Estado que têm vocação portuária, sendo inexistente nas demais áreas do litoral do Estado;
- Fatores restritivos de ordem ambiental que se fazem presentes notadamente na porção sul do litoral paulista, como por exemplo, extensas áreas sob regime de proteção ambiental (Unidades de Conservação Integral, APA, entre outras).

As restrições à alternativa de uma nova área (não consolidada como portuária) já indicaram que em termos regionais, a alternativa de se buscar a sinergia com regiões portuárias é a que se mostra mais adequada em termos operacionais e também ambientais, como será reforçado ao longo do presente capítulo.

Assim, tendo-se optado pela solução de realização do empreendimento junto à região portuária consolidada, abrem-se potencialmente várias alternativas de escolha de qual, especificamente, seria o local ou região mais adequada para o terminal em questão. Para tal escolha, os determinantes fundamentais são a localização e acessos do porto em relação a mercados a serem atendidos no país e as características de cada porto em consideração, para a instalação e operação do empreendimento como previsto.

Em relação a esses dois aspectos, a alternativa de desenvolvimento do empreendimento na região da Baixada Santista se apresentou como nitidamente superior a qualquer outro porto alternativo, notadamente se comparado ao outro porto paulista, o Porto de São Sebastião, em função dos aspectos a seguir mencionados e analisados:

- Maior proximidade a mercados agropecuários, industriais, comerciais e urbanos de maior porte e renda – portanto, com maior potencial de geração de movimentação de cargas de exportação e importação por via marítima – particularmente os formados pela chamada hinterlândia do Estado de São Paulo e região Centro Oeste do país, Regiões Metropolitanas de São Paulo e Campinas, Vale do Paraíba e região de Sorocaba;
- Porte e variedade de instalações, atividades e serviços relacionados a operações portuárias, em particular para a movimentação das cargas a serem atendidas pelo empreendimento, que envolvem carga geral containerizada, granéis sólidos e líquidos;
- Acessos terrestres com capacidade e desempenho adequados por rodovia e ferrovia, com planos e projetos em andamento que asseguram um cenário de expansão;

- Acesso marítimo adequado, com perspectivas de aprimoramento pelo aprofundamento e ampliação do canal de acesso e bacia de evolução previstos;
- Disponibilidade de áreas, nas proximidades do Porto de Santos, com porte e características que atendem aos vários requisitos aplicáveis relacionados a acessos locais, porte, morfologia, intervenções requeridas e também permitem o equacionamento de questões ambientais presentes na região.

Dentro deste cenário regional, também foram estudados e descartados, como portos alternativos na Região Sudeste (com maior vocação para receber empreendimentos como o previsto), os portos do Rio de Janeiro, Sepetiba (Itaguaí) e Vitória, discutidos a seguir.

O Porto do Rio de Janeiro não dispõe de áreas com as dimensões requeridas e seu acesso terrestre encontra-se seriamente comprometido pela passagem por áreas urbanas de densa ocupação, cujo sistema viário atende a grandes volumes de tráfego urbano. Além disso, sua localização não vem a ser tão favorável quanto São Paulo, notadamente na captação de cargas da região Sul e Centro Oeste.

O Porto de Sepetiba configura-se como uma estrutura portuária de excelentes condições de acesso marítimo, mas por outro lado apresenta graves restrições de acesso rodoviário (mesmo que venha a ser implantado o denominado Arco Metropolitano do Rio de Janeiro) e também por ferrovia. Outro fator limitador diz respeito à “especialização” dessa região portuária, voltada à exportação de minérios, com movimentação pouco expressiva de carga geral (inferior à do próprio porto do Rio de Janeiro quanto a carga geral contenerizada), além de não movimentar granéis vegetais, tampouco granéis líquidos, e apresentar movimento insignificante de importação.

O Porto de Vitória tem como principais restrições a maior distância a localidades de origem ou destino das cargas a serem predominantemente movimentadas pelo empreendimento e contar com acesso rodoviário extremamente precário (a Rodovia BR 262 que lhe dá acesso foi considerada como a em pior estado de todas no país pela Pesquisa Rodoviária 2009, recentemente divulgada pela CNT – Confederação Nacional do Transporte).

Os fatores mencionados anteriormente direcionaram, em termos regionais, a decisão empresarial de implantar esse novo terminal na região de Santos em detrimento de outros Estados do Sudeste e da região portuária de São Sebastião.

2.2.2. Alternativas de Localização

O estudo para a definição da localização do Terminal Brites considera potencialmente as seguintes alternativas e suas características em termos das dimensões requeridas:

- Margem Direita: apresenta-se como não apropriada pela presença de ocupação urbana intensiva e falta de áreas com as dimensões requeridas para o projeto, além das restrições de acesso, principalmente pela proximidade da região central da cidade de Santos;

- Margem Esquerda a Leste da Ilha Barnabé (no sentido da saída do canal do Porto de Santos): também foi descartada pela falta de áreas com as dimensões requeridas fora do porto organizado além de algumas restrições de acesso pela passagem pelo meio urbano do Distrito de Vicente de Carvalho, no Guarujá;
- Margem Esquerda a Oeste da Ilha Barnabé (no sentido do fundo do estuário): dispõe de áreas com porte e características adequados, permitindo o acesso direto à Rodovia SP 055, sem passagem ou conflito com áreas urbanas. Esta região também possui uma linha ferroviária que serve à margem esquerda do porto viabilizando a interligação do terminal portuário a este importante modal de transporte de cargas. Tais características indicam esta área como sendo a mais favorável ao desenvolvimento do projeto em relação as demais alternativas apresentadas anteriormente. Em termos de logística no transporte de cargas e dos efeitos esperados na porção terrestre, resta claro que a localização de atividades portuárias como a do presente Terminal desta última opção é a mais favorável. Considera-se para isso não apenas as dimensões requeridas para as operações planejadas (com demanda de área significativa), mas, sobretudo, as condições mais favoráveis de acesso e escoamento, quando comparadas com a estrutura presente na Margem Direita e aquelas das proximidades de Guarujá e Vicente de Carvalho.

Reforça ainda mais essa constatação a vocação da região de inserção do empreendimento, definida pelo Plano Diretor de Santos como propícia à implantação de atividades portuárias, o que corrobora o atendimento a uma política pública de desenvolvimento territorial que busca potencializar a vocação natural de áreas como a planejada.

2.2.3. Alternativas de Implantação do Terminal

A primeira fase do estudo realizado para avaliação do potencial de ocupação da área pelo terminal portuário foi feita através da definição de premissas de projeto e de estudo de *layout* considerando as características e restrições ambientais da região, abordadas a seguir.

2.2.3.1. Premissas de concepção de projeto

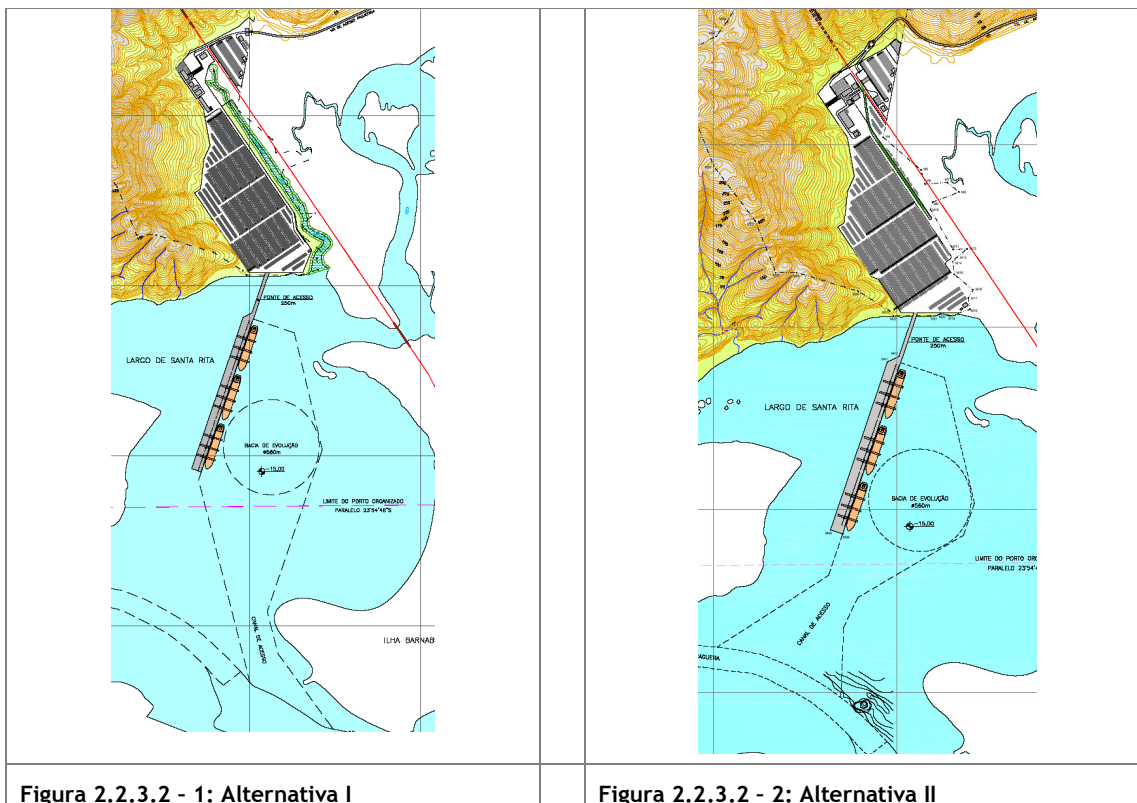
A área do terreno para instalação do Terminal Brites possui cerca de 1,8 milhões de m², para a qual foram propostas as seguintes premissas para a concepção do projeto do terminal portuário:

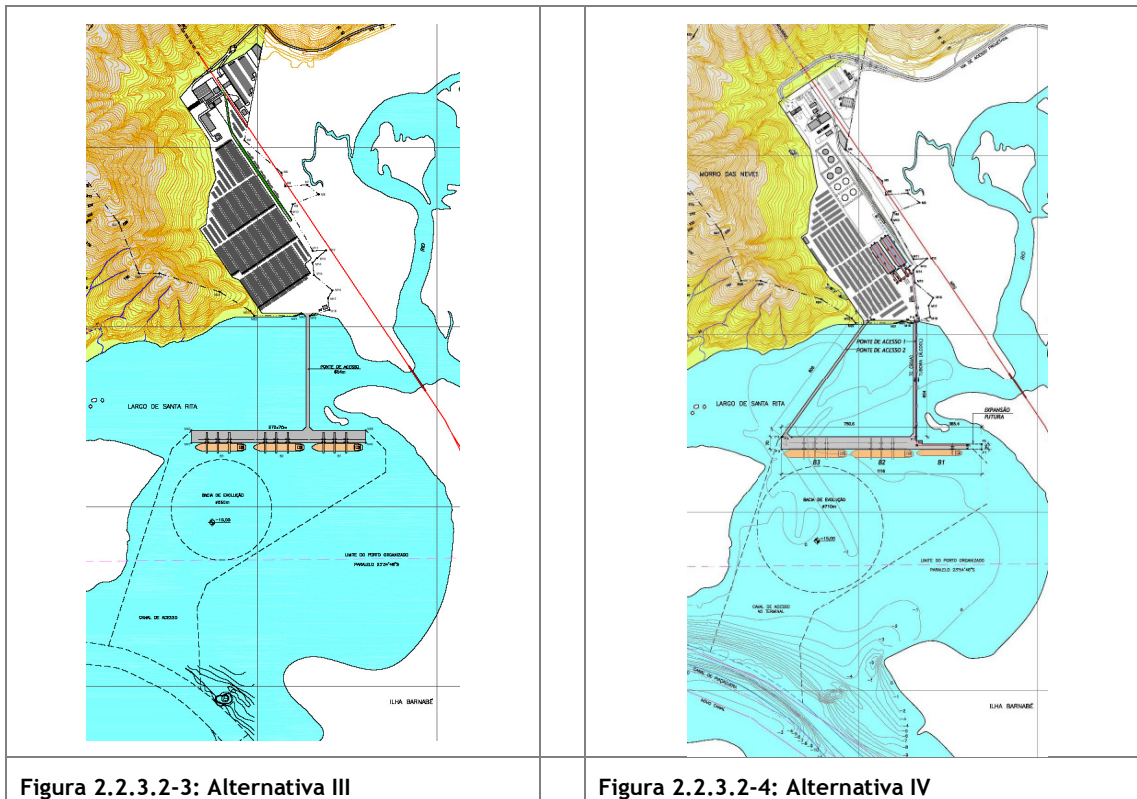
- Acessos: rodoviário, ferroviário e marítimo.
- Instalações da Retroárea: área total de pátio entre 500.000m² e 600.000m².
- Estrutura Marítima: três berços de atracação, ponte de acesso (ligação entre a retroárea e os berços de atracação), canal de acesso e bacia de evolução (execução de dragagem de aprofundamento para a cota 15m, estimando-se a necessidade de dragagem de cerca de 14.500.000m³ de sedimentos).

- Navio de Projeto: adotou-se como navio de projeto, o porta-contêiner *Post Panamax*, que possui porte bruto de 104.696tpb, calado de 14m, comprimento de 347m e boca de 42,8m..

2.2.3.2. Alternativas de layout

Para atender as premissas de projeto foram desenvolvidas algumas alternativas de layout da retoração e das estruturas marítimas, conforme apresentado nas figuras a seguir.





2.2.3.2.1. Estruturas Marítimas

Com relação às estruturas marítimas foram estudadas três alternativas. A Alternativa I considerou a execução do canal de acesso próximo à Ilha Barnabé e o posicionamento do píer mais próximo à retroárea do Terminal Brites. Contudo, após a execução dos Estudos de Batimetria, Sonar de Varredura e Sísmica ao Longo do Largo de Santa Rita (apresentados neste Capítulo 2 e no Anexo 2.2.3.3.3 – 1), verificou-se que o canal de acesso estava projetado sobre o afloramento rochoso. Essa alternativa também poderia apresentar conflitos com a navegação de embarcações e futuros empreendimentos na Ilha Barbanabé.

Considerando o mesmo conceito adotado para o posicionamento do píer e da ponte de acesso, foi elaborada a Alternativa II, que reposicionou o canal de acesso, desviando-o do afloramento rochoso e evitando conflitos a navegação e futuros empreendimentos na Ilha Barnabé.

A evolução dos estudos de engenharia e logística demonstrou que o posicionamento da ponte de acesso e do píer, apresentava desvantagens com relação à logística de circulação de caminhões e equipamentos nessas estruturas, em função das manobras que seriam executadas para o tráfego entre o píer e a retroárea. Além disso, a locação do píer e da bacia de evolução poderia gerar conflitos a navegação e futuros empreendimentos na Ilha Barnabé e na Ilha dos Bagres. Assim, foram adotados os seguintes conceitos para o re-arranjo dessas estruturas:

- (1) desvio do afloramento rochoso: com base nos Estudos de Batimetria, Sonar de Varredura e Sísmica ao Longo do Largo de Santa Rita (apresentados neste Capítulo 2 e no Anexo 2.2.3.3.3-1).

- (2) pontes de acesso em sistema de carrossel;
- (3) posicionamento do píer e da bacia de evolução compatíveis com futuras expansões portuárias (Ilha Barnabé e Ilha dos Bagres);
- (4) escolha de melhor alternativa com menor impacto ambiental: com base na Simulação hidrodinâmica e de transporte de sedimento na região do Largo de Santa Rita (apresentados neste Capítulo 2 e no Anexo 2.2.3.3.3 – 1), por meio de comparações entre a situação o atual e das alternativas de layout para este terminal.
- (5) atendimento à recomendação da Marinha e Praticagem para manobrabilidade e atracação de embarcações: com base no Estudo de Manobrabilidade do Terminal Brites (apresentado no Capítulo 5 e Anexo 5.3.4 – 1).

Para atendimento desses conceitos foram elaboradas duas novas alternativas de projeto, sendo proposta primeiramente a Alternativa III (com uma ponte) e posteriormente a Alternativa IV, com ponte de acesso em sistema de carrossel, mais onerosa do que a anterior, porém com melhores condições logísticas e de segurança operacional para a circulação de caminhões e equipamentos entre o píer e a retroárea.

Apesar da Alternativa IV apresentar maiores custos para a implantação das estruturas marítimas e a execução de obras de dragagem, do que as outras Alternativas apresentadas, ela atende plenamente as recomendação da Marinha e Praticagem relativas à manobrabilidade e atracação de embarcações; e está totalmente alinhada às diretrizes de projetos portuários planejados para serem implantados na Ilha Barnabé e na Ilha dos Bagres, não gerando assim conflitos com futuros aproveitamentos portuários nessa região continental de Santos.

2.2.3.2.2. Retroárea

Considerando a localização da área de propriedade do empreendedor e os limites do zoneamento do Plano Diretor de Santos e do Parque Estadual da Serra do Mar, foi realizado o estudo prévio de viabilidade ambiental no qual foram considerados os principais aspectos de ordem institucional, técnica e jurídica no âmbito ambiental, sendo realizada a identificação e a avaliação dos principais aspectos ambientais relacionados à viabilidade da implantação do empreendimento (conforme apresentado adiante).

Essa delimitação resultou numa área de ocupação entre 500.000m² e 600.000m², atendendo à premissa de projeto para área mínima necessária à implantação da retroárea.

Desta forma, foram realizados estudos para avaliar as condições de contorno do futuro aterro, sendo que a primeira limitante estava situada à Leste, delimitada pelo aterro da ferrovia e pelo córrego da Neves, e a segunda situada no entorno Norte e Oeste definida pelo Limite do Parque Estadual e da existência de estruturas de interesses histórico.

Conforme pode ser verificado no *layout* da Alternativa I, a drenagem do Córrego das Neves não estava sendo ocupada, entretanto a evolução dos projetos de engenharia de macro-drenagem e de

execução e estabilidade do aterro direcionaram os estudos para os *layouts* apresentados nas Alternativas II, III e IV.

O escoamento superficial que se desenvolve nos talwegues das vertentes do Morro das Neves, voltadas para a futura retroárea, e que atualmente deságua no Córrego das Neves, será interceptado por canais periféricos à área do Terminal e encaminhados diretamente ao mar. Conseqüentemente, o Córrego das Neves de extensão aproximada de 1,5km deixará de receber a contribuição das drenagens do Morro, onde se encontram todas as nascentes. A margem esquerda do Córrego está limitada pela linha férrea, que impede contribuições do lado oposto da ferrovia. Para a implantação da retroárea e do ramal ferroviário do Terminal, será necessária a execução do aterro em toda a região onde atualmente encontra-se o Córrego, até o aterro do ramal ferroviário.

Também foram estudadas alternativas para ampliação da retroárea, conforme apresentado nas Figuras abaixo, considerando dois comprimentos da ponte de acesso entre o píer e a retroárea, e a ocupação da área interior. Essas alternativas também foram objeto da Simulação hidrodinâmica e de transporte de sedimento na região do Largo de Santa Rita (apresentados neste Capítulo 2 e no Anexo 2.2.3.3.3 – 1), sendo descartadas, principalmente, devido aos impactos decorrentes do transporte de sedimentos no Rio Jurubatuba e Largo de Santa Rita.

No entorno da face Norte e Oeste foram conduzidos Estudos Preliminares sobre o Patrimônio Histórico e Cultural (apresentados neste Capítulo 2 e no Anexo 2.2.3.3.2 - 1) que permitiram auxiliar a equipe de engenharia a definir os limites da área do empreendimento de forma a evitar que as estruturas remanescentes das ruínas fossem diretamente atingidas pelas obras de implantação do terminal portuário. Com isso, foi prevista uma faixa de cerca de 50m de afastamento entre as ruínas e os limites da retroárea, visando reduzir os efeitos negativos das obras sobre estes remanescentes. No interior desta área será implantada uma faixa de transição de 20m, constituída por vegetação arbórea de porte, de modo a compor uma barreira vegetal para atenuar o impacto visual decorrente da presença do terminal portuário.



Figuras 2.2.3.2.2 - 1: Alternativas de retroárea

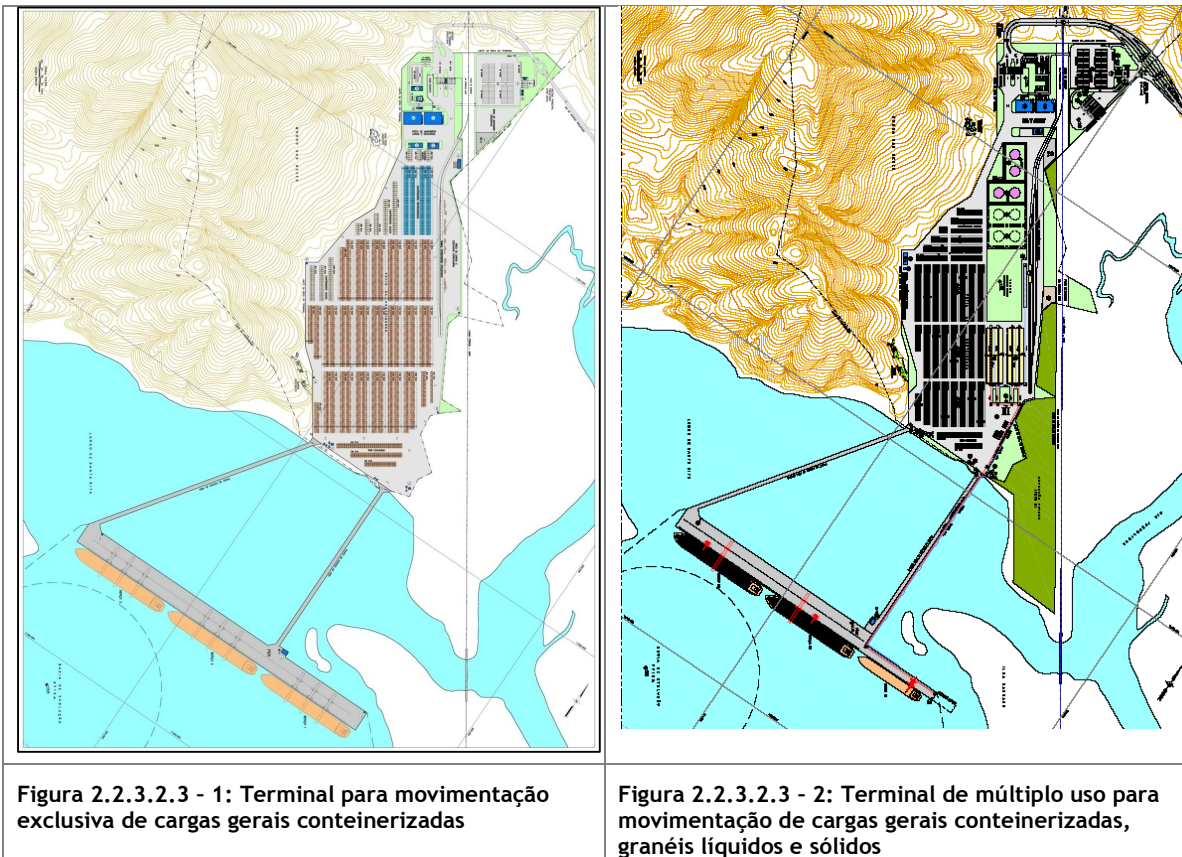


Figuras 2.2.3.2.2 - 1: Alternativas de retroárea

2.2.3.2.3. Alternativa Selecionada de Projeto

Considerando a Alternativa IV selecionada para a implantação das estruturas marítimas e da retroárea, a Santa Rita S.A. desenvolveu um estudo mercadológico, considerando duas alternativas para avaliação dos tipos de cargas que seriam movimentadas pelo Terminal Brites, conforme alternativas e figuras a seguir:

- Terminal para movimentação exclusiva de cargas gerais containerizadas.
- Terminal de múltiplo uso para movimentação de cargas gerais containerizadas, granéis líquidos e sólidos.



Este estudo considerou questões mercadológicas, econômicas e legais e indicou que a implantação de um terminal portuário de múltiplo uso para movimentação de cargas gerais containerizadas, granéis líquidos e sólidos, atenderia melhor as perspectivas das demandas de mercado para importação e exportação de mercadorias.

Com base nas alternativas de projeto e nas diretrizes do estudo de mercado, foram adotadas as seguintes premissas para desenvolvimento do projeto conceitual de engenharia e para a avaliação ambiental no presente EIA:

- Operacional 1 – PÁTIO: pátio de cargas gerais containerizadas, tancagem de álcool e armazéns de soja. Projeto de macrodrenagem para direcionamento das contribuições do Morro das Neves para um novo sistema de drenagem, em função da continuidade entre o aterro da retroárea e o aterro da ferrovia.
- Operacional 2 – PÍER E BACIA DE EVOLUÇÃO: dois berços para cargas gerais containerizadas e um berço reversível para granel líquido e sólido. Implantação de pontes de acesso em sistema de carrossel. Posicionamento do píer e da bacia de evolução compatível com futuras expansões portuárias (Ilha Barnabé e Ilha dos Bagres). Escolha de melhor alternativa com menor impacto ambiental, baseado em modelagem hidrodinâmica.

- Acessibilidade 1 – ACESSO MARÍTIMO: desvio do afloramento rochoso e atendimento à recomendação da Marinha e Praticagem para manobrabilidade e atracação de embarcações.
- Acessibilidade 2 – MULTIMODALIDADE: rodovia, ferrovia, dutos e correias transportadoras.

2.2.3.3. Estudos Ambientais Preliminares

Com base nas premissas citadas anteriormente, foi desenvolvido um estudo prévio de viabilidade ambiental dos cenários alternativos de implantação do Terminal.

Como resultado final, foi proposta a melhor configuração em termos de viabilidade de licenciamento nos órgãos ambientais, visando equacionar conflitos considerados limitantes ao desenvolvimento do empreendimento.

Foram realizados os seguintes estudos:

- Estudo prévio de viabilidade ambiental;
- Estudos preliminares sobre o Patrimônio Histórico e Cultural;
- Estudos de Batimetria, Sonar de Varredura e Sísmica no Largo de Santa Rita;
- Simulação hidrodinâmica e de transporte de sedimento na região do Largo de Santa Rita.

2.2.3.3.1. Estudo prévio de viabilidade ambiental

Foram considerados os principais aspectos de ordem institucional, técnica e jurídica no âmbito ambiental, sendo realizada a identificação e a avaliação dos principais aspectos ambientais relacionados à viabilidade da implantação do empreendimento (uso e ocupação do solo, vegetação, fauna, recursos hídricos e qualidade dos sedimentos a serem dragados). Foi também procedida uma avaliação preliminar das possíveis compensações ambientais em decorrência de sua implantação.

Os objetivos desse estudo foram:

- Avaliar as condições ambientais da região a ser diretamente influenciada pela implantação e operação do empreendimento.
- Identificar e analisar os dispositivos legais relacionados ao tema ambiental e que incidem na área de implantação do empreendimento e no seu entorno imediato.
- Identificar condicionantes e restrições que interferem diretamente com as premissas da concepção de implantação pretendida.
- Avaliar a viabilidade de licenciamento ambiental do empreendimento a partir da definição de cenários a serem considerados no âmbito da realização dos estudos de viabilidade técnica e econômica do empreendimento.

- Propor um cenário de maior viabilidade de licenciamento ambiental considerando as restrições legais incidentes no imóvel e na atividade pretendida, a compatibilização do empreendimento com os condicionantes ambientais da área de implantação e a redução de conflitos ambientais visando seu licenciamento pelos órgãos ambientais.

Durante o desenvolvimento do estudo prévio de viabilidade ambiental observou-se a existência de trechos da propriedade classificados como Áreas de Preservação Permanente – APP pela presença de margens de cursos d’água e manguezais conforme preceitua a Lei Federal 4771/65 (Código Florestal) e Resoluções Conama que a regulamentam.

Já, por força da Resolução Conama 13/90, uma faixa equivalente a 10km em torno do Parque Estadual da Serra do Mar – PESM é reconhecida como zona de amortecimento, implicando na avaliação do projeto pelo órgão gestor desta Unidade de Conservação de maneira a verificar a necessidade de adoção de medidas complementares para garantia da conservação dos atributos ambientais situados no PESM.

Também nesta região, em limite coincidente ao PESM, o Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico, Arqueológico, Artístico e Turístico (Condephaat) pela Resolução SC 40/1985, estabeleceu a Área Natural Tombada da Serra do Mar e Paranapiacaba. O tombamento desta área não impede o uso do bem, mas pode impor algumas restrições às eventuais alterações que nele possam ser feitas, ficando a execução de qualquer obra, mesmo em seu entorno (faixa envoltória da Área Natural Tombada), condicionada a manifestação do órgão responsável.

Sobre o aspecto do Plano Diretor Municipal e da Lei de Uso e Ocupação do Solo municipal, observou-se na propriedade a incidência de trechos classificados como:

- ZPR - Zona Portuária e Retroportuária: compreende parte das áreas gravadas como de expansão urbana pelo Plano Diretor de Desenvolvimento e Expansão Urbana do Município de Santos, caracterizada e com potencial para instalações rodoviárias, ferroviárias, portuárias, retroportuárias e ligadas às atividades náuticas.
- ZUE - Zona de Uso Especial: inclui as áreas situadas acima da cota de 100m de altitude, pertencentes ao Parque Estadual da Serra do Mar; e
- ZP - Zona de Preservação: inclui as áreas situadas na encosta dos morros, abaixo da cota 100 e acima da cota 20m, no local, com florestas conservadas. A ZP coincide ainda com os limites da APA de Santos continental e em conjunto com ZUE destina-se a preservação ambiental.

Estes aspectos são analisados durante o desenvolvimento do presente EIA, que direcionou o desenvolvimento do projeto para a área da propriedade que possui menores conflitos com a legislação ambiental e que historicamente sofreu alterações por uso e atividades agrícolas. A análise considerou ainda que a atividade portuária, ainda que não declarada formalmente, constitui empreendimento de utilidade pública onde o uso de trechos classificados como APP possui amparo legal.

2.2.3.3.2. Estudos Preliminares sobre o Patrimônio Histórico e Cultural

A partir de solicitação do empreendedor, foram conduzidos estudos de pesquisa histórica e levantamentos de campo acerca dos bens culturais de forma a estabelecer de maneira mais precisa sua ocorrência e buscar determinar a sua origem; e, contribuir para o planejamento do empreendimento e, mais especificamente, para o desenho do projeto.

A pesquisa englobou três cenários de ocupação, que compõem paisagens culturais que documentam a presença da atividade antrópica, quais sejam: a primeira ocupação devida à produção de açúcar e aguardente; a seguir, a atividade de manufatura de peças cerâmicas e, por fim, a atividade agrícola da cultura de banana.

A pesquisa histórica nesta etapa não se limitou apenas às fontes secundárias, mas buscou explorar as fontes primárias, de modo a determinar rigorosamente as ocorrências conhecidas.

Este estudo está apresentado no Anexo 2.2.3.3.2 - 1 deste EIA.

A. CARACTERÍSTICAS DA REGIÃO E DA ÁREA

Situado na área continental de Santos, próximo ao Parque Industrial de Cubatão, o Vale do Quilombo, é um dos únicos remanescentes de reservas florestais significativos numa área de aproximadamente 280.000ha. Em cerca de 10km de comprimento por 2km de largura, o Vale do Quilombo abriga dois rios: o Jurubatuba e o Quilombo. Às margens do Rio Quilombo estão as ruínas do Engenho das Gayas, dos Largachas ou do Rio Quilombo, objeto de estudo para a sua preservação. Boa parte do Vale do Quilombo se encontra protegida por dois tombamentos: o do Engenho de açúcar e o da Serra do Mar. O tombamento da área restante pelo Condephaat busca abranger a área que se encontra abaixo da cota altimétrica de 100m.²

Finalmente, há o estudo de tombamento para a área do Morro das Neves, na área continental de Santos, defronte à Ilha de Bagres, que compõe o extremo SO do maciço da Serra do Quilombo. Há, na região, o conjunto de ruínas da Capela de Nossa Senhora das Neves e possivelmente restos de ruínas atribuídas ao pioneiro engenho da Madre de Deus. As ruínas da Capela de Nossa Senhora das Neves estão localizadas no topo de uma elevação no extremo sul do Morro das Neves, na cota altimétrica 55m³, e são objeto de um estudo específico e mais detalhado, uma vez que estão próximas à área de implantação do Terminal Brites.

A área objeto do empreendimento, Sítio Santa Rita, localizada em Santos Continental, é constituída de dois compartimentos distintos: a área baixa, de terrenos aluviais planos, incluídos trechos de áreas de mangue, em parte recuperadas para agricultura e a área de vertentes acentuadas, correspondentes a toda encosta, do divisor de águas até a base, cujas águas são drenadas pelo Córrego das Neves.

² Processo de tombamento n° 25050 / 1986 – Condephaat.

³ Processo de tombamento n° 35167 / 1996 – Condephaat.

B. CENÁRIOS HISTÓRICOS

A região vem há muito tempo se prestando a atividades de exploração agrícola. Em períodos mais remotos, nos primórdios da colonização portuguesa, foram ali desenvolvidas experiências de produção de açúcar, as quais, em face das dificuldades de encontradas, persistiram como produção de menor vulto, de aguardente. Estas atividades correspondem ao período pioneiro de apropriação do território estuarino em sua área continental, conforme relatam os estudos históricos e a documentação cartográfica levantada.

Em um segundo momento, as terras correspondentes à área do empreendimento passaram ao domínio de monges beneditinos. Como é característico da tradição destes monges, tiveram início, na área, atividades dirigidas à produção cerâmica. O desenvolvimento desta indústria manufatureira remonta pelo menos à segunda metade do século XVIII, de acordo com a documentação iconográfica levantada. A manufatura de artefatos cerâmicos prossegue avançando até a segunda metade do século XIX, conforme os relatos do jornalista Emílio Augusto Zaluar e do cônsul britânico, Sir Richard Burton. A esta altura, já na condição de empresa privada, a referida atividade adquiriu aperfeiçoamentos tecnológicos com a adoção do sistema Clayton, o que revela o grau de importância alcançado.

Finalmente, a produção de peças cerâmicas deu lugar ao retorno da atividade agrícola na propriedade, possivelmente a partir do início do século XX, com o desenvolvimento da cultura de banana, que se difundiu por todo o litoral santista.

Estas atividades compõem os três cenários históricos principais de que foi objeto a apropriação da área, desde a chegada dos conquistadores portugueses ao estuário de Santos.

As atividades agrícolas pioneiras, de cultivo de cana de açúcar, certamente se expandiam muito além do que hoje é a propriedade objeto de estudo. As atividades de beneficiamento de açúcar, por sua vez, não parecem ter deixado vestígios significativos de instalações neste setor, uma vez que as ruínas ali existentes, tanto aquelas situadas na vizinhança imediata do forno de alvenaria de pedra, quanto as demais situadas junto à sede do Sítio Santa Rita, correspondem às edificações da antiga Olaria.

C. REMANESCENTES HISTÓRICOS NA ÁREA DE INTERESSE

A área do empreendimento foi objeto de apropriação desde a chegada dos colonizadores portugueses e verifica-se aí a presença de ruínas conhecidas dos órgãos de preservação desde períodos pioneiros da atividade de acautelamento de bens culturais. Em relatório feito para o Serviço do Patrimônio Artístico Nacional dirigido ao seu diretor, Rodrigo Mello Franco de Andrade, em 16 de outubro de 1937, Mário de Andrade então assinalava as ruínas objeto deste estudo:

“Restos do primitivo Engenho e Capela da Madre de Deus, construídos em 1532 pelo fidalgo Pero Góis, nas terras de sesmaria a ele concedidas por Martim Afonso de Souza. No séc. XVIII os escravos negros alteraram a invocação da capela reconstruída para N. S. das Neves, protetora dos escravos. Incendiou-se em meados do séc. XIX e

nunca mais foi reconstruída. Trata-se do lugar em que foi construído o primeiro engenho existente neste sul, lugar da maior tradição (...) Ainda não conseguiu o Serviço informações sobre o estado atual da construção.”⁴

Pelos estudos realizados até o momento, o que se verificou efetivamente foi a presença das ruínas oriundas da atividade oleira que remonta aos primórdios da presença beneditina no Sítio Santa Rita. Tais ruínas ocupam o sopé da encosta e se concentram em dois pontos distintos, um mais próximo do estuário, onde se destaca a presença do forno de cantaria de pedra, complementado por restos de edificações possivelmente destinadas a oficinas subsidiárias e sistema de canais e drenagem do conjunto; outro situado onde hoje é a sede do Sítio Santa Rita, cujos remanescentes da atividade oleira se limitam aos muros de contenção onde se situa a atual residência da propriedade, outrora local de moradia dos trabalhadores da olaria.

Os remanescentes mais significativos de edificações associadas à atividade produtiva foram identificados na borda da encosta em cotas que variam de 7 a 15m. Encontram-se, portanto, na proximidade imediata da área destinada ao retro-porto.

Até onde se pode verificar, não há na área estudada vestígios de atividades associadas ao Engenho da Madre de Deus, senão na propriedade vizinha, a qual não será atingida diretamente. Se há remanescentes do legendário Engenho Madre de Deus, suas ruínas certamente se encontram nas imediações da Capela de Nossa Senhora das Neves, como assinala o historiador Francisco Martins. Aliás, a julgar pelo porte dos muros de fundações em todo o sítio da igreja, ali deve ter havido instalações de considerável extensão. Em ponto mais elevado, há restos de uma pequena barragem, hoje parcialmente ruída, que poderia estar associada, como é freqüente, aos sistemas de aproveitamento de energia hidráulica destas instalações. Estas estruturas foram registradas no levantamento da propriedade de 1936. Há, além disso, uma estrada calçada que faz a ligação entre estas ruínas e as áreas que possivelmente seriam pontos de atracação de embarcações para o transporte. Persistem, ao longo da orla imediatamente vizinha da Capela de N.S. das Neves, alinhamentos de cantaria de pedra, constituídos de lajes de dimensões consideráveis, denunciando instalações de algum porte para receber embarcações.

Finalmente, foi identificado o uso da área para a produção de banana. As estruturas físicas que documentam esta atividade estão documentadas por levantamento da área do Sítio Santa Rita feito no ano de 1936. Por ele pode-se verificar a distribuição da cultura da banana, que se estendeu por toda a planície, com o aproveitamento de áreas de mangue mediante sistema de drenagem, mas também alcançou faixas da encosta até cotas relativamente altas. Além disso, o referido levantamento registra a presença do sistema de transporte da produção de banana, composto por uma rede de trilhos com vias de bitola estreita do sistema “Decoville”, como era freqüente na região segundo Ary França. Nas vertentes de maior declividade é assinalado no desenho um sistema de “elevador”, constituído provavelmente de um sistema de transporte por cabos. Complementam o conjunto duas áreas que funcionavam como porto para embarcações de transporte de bananas.

⁴ Andrade, Mário. Cartas de Trabalho: correspondência com Rodrigo Mello franco de Andrade (1936-1945). Brasília: Ministério de Educação e Cultura, 1981, p. 95.

Complementar a essas estruturas, há a sede de habitação do proprietário, construída na primeira metade do séc. XX sobre a mesma plataforma em pedra onde antes havia o acima citado edifício da moradia dos trabalhadores da olaria, e seus anexos – moradia de caseiro, galinheiro e depósito. Trata-se de um edifício assobradado em alvenaria de tijolos e amplos telhados, de fatura e acabamentos singelos, implantado em promontório, de modo a dominar a paisagem dos baixios.

D. DIRETRIZES PARA O PLANEJAMENTO E DEFINIÇÕES DE PROJETO DO TERMINAL

As pesquisas conduzidas até o presente momento permitiram auxiliar a equipe de engenharia a definir os limites da área do empreendimento de forma a evitar que as estruturas remanescentes das ruínas sejam diretamente atingidas pelas obras de implantação do terminal portuário.

Com isso, os remanescentes da Antiga Olaria Santa Rita foram afastados dos limites da obra, evitando-se que sejam atingidos fisicamente. Visando reduzir os efeitos negativos das obras sobre estes remanescentes foi prevista uma faixa de cerca de 50m de afastamento entre as ruínas e os limites da retroárea. Distribuída ao longo destes limites, será implantada uma faixa de transição de 20m, constituída por vegetação arbórea de porte, de modo a compor uma barreira visual espessa e suficientemente afastada, capaz de atenuar o impacto visual decorrente da presença do terminal portuário. Este tratamento paisagístico permitirá ao observador dos remanescentes das ruínas das instalações da Olaria contemplá-la em seu ambiente característico, sem o efeito da presença do porto.

Por fim, cumpre ressaltar que o desenvolvimento do empreendimento vem contribuindo para a continuidade dos estudos e pesquisas que foram paralisados ao longo de mais de 70 anos, e desfazer o mal-entendido acerca da origem de suas ruínas. Permitirá, além disso, promover as medidas de consolidação e restauração das ruínas e a conseqüente difusão de seu valor mediante os estudos e pesquisas que decorrerão de sua implantação e da sua correspondente divulgação.

2.2.3.3.3. Estudos de Batimetria, Sonar de Varredura e Sísmica no Largo de Santa Rita

A seguir expõe-se o descritivo do projeto intitulado “Estudos de Batimetria, Sonar de Varredura e sísmica ao Longo do Largo de Santa Rita para Análise de Viabilidade do Terminal Brites, Santos, Brasil (Dezembro/2008)” desenvolvido pela Coastal Planning & Engineering do Brasil sob contrato com a Santa Rita S/A.

Esse estudo foi fundamental para a definição do projeto das estruturas de atracação de navios, do acesso do Canal do Porto à bacia de evolução e do projeto de dragagem.

No Anexo 2.2.3.3.3 - 1 é apresentado o estudo completo, com o detalhamento dos métodos aplicados, equipamentos, referências e datum utilizados, bem como o planejamento e execução dos levantamentos realizados.

Na Figura 2.2.3.3.3 – 1 é apresentada a área contemplada no referido estudo.



Figura 2.2.3.3.3 - 1: Polígono delimitando a área total coberta pelo estudo hidrográfico e geofísico

A. RESULTADOS OBTIDOS PELO ESTUDO

Os levantamentos batimétricos foram realizados entre os dias 24 e 27 de outubro de 2008. O espaçamento entre as linhas batimétricas foi de 20m, revelando de maneira detalhada a morfologia do Largo de Santa Rita. Grande parte do Largo de Santa Rita apresenta profundidades entre 0 e -2,5m DHN. O canal do Rio Jurubatuba, na sua conexão com o Rio Sandi, atinge 6m de profundidade, indicando presença de fortes fluxos de corrente nesta região. O Canal do Rio Jurubatuba conecta-se a um canal raso (entre 1-2m) que corta o Largo de Santa Rita. Este canal por sua vez conecta-se com o canal principal do Porto de Santos na extremidade leste do Largo de Santa Rita, adjacente à Ilha de Barnabé, onde um aprofundamento natural do canal é observado.

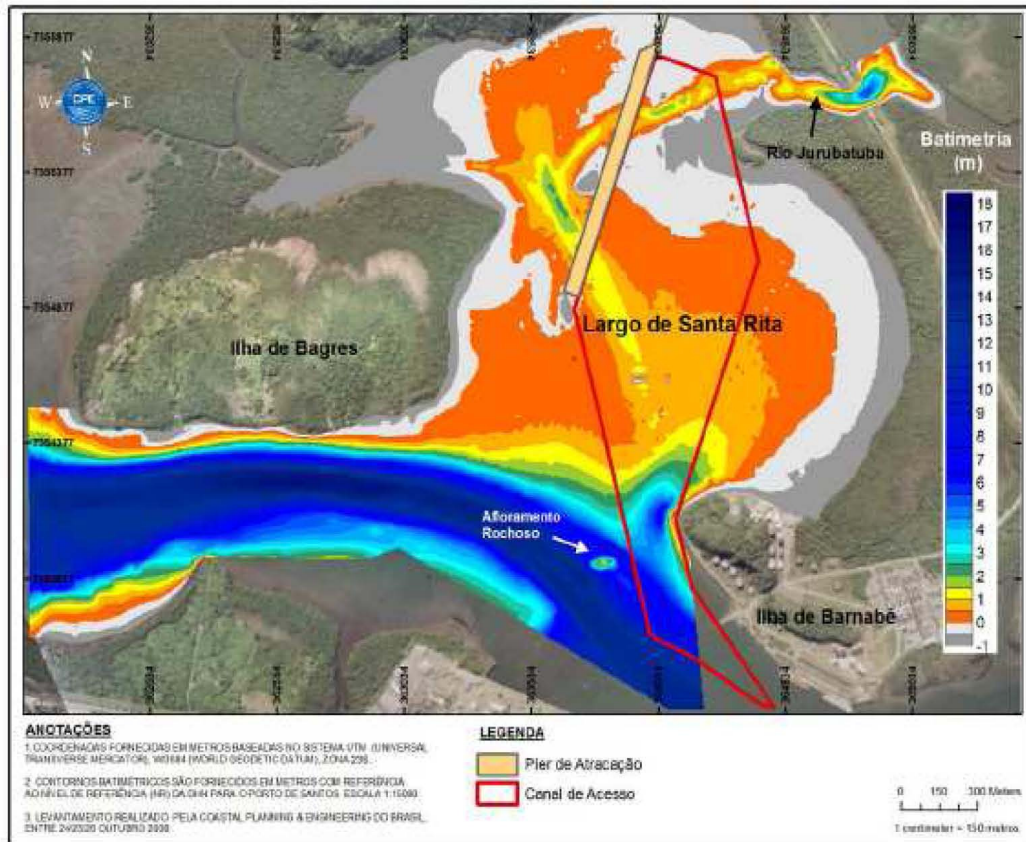


Figura 2.2.3.3.3 - 2: Batimetria

Pelo Levantamento Geofísico (Sonar de Varredura e Sísmica) realizado foram identificados 22 pequenos alvos (diâmetro menor que 2m) no registro de sonar de varredura e 64 alvos de diâmetro maior que 2m.. Os pequenos alvos foram identificados principalmente na região do canal atual do Porto de Santos e início do Canal de Piaçaguera, são geralmente fragmentos de metal, pneus e outros detritos. Todas as pequenas obstruções foram identificadas na região do canal principal atual, sendo muitas delas geograficamente relacionadas com as poitas das bóias de sinalização.

Os alvos de maior diâmetro foram classificados em três categorias: 1. Obstrução de origem antropogênica; 2. Possível obstrução de origem desconhecida; e 3. Afloramento rochoso.

As obstruções de origem antropogênica são caracterizadas por materiais de formato linear que podem ser identificados como pedaços de tubulação de draga ou outro tipo de duto, poitas, âncoras, fragmentos de pequenos naufrágios e outros fragmentos de metal.

As obstruções de origem desconhecida são possivelmente acumulações de detritos de origem orgânica (ex. árvores de manguezal), bancos de conchas e mariscos, áreas de sedimentos diferenciados ou até mesmo afloramentos rochosos.

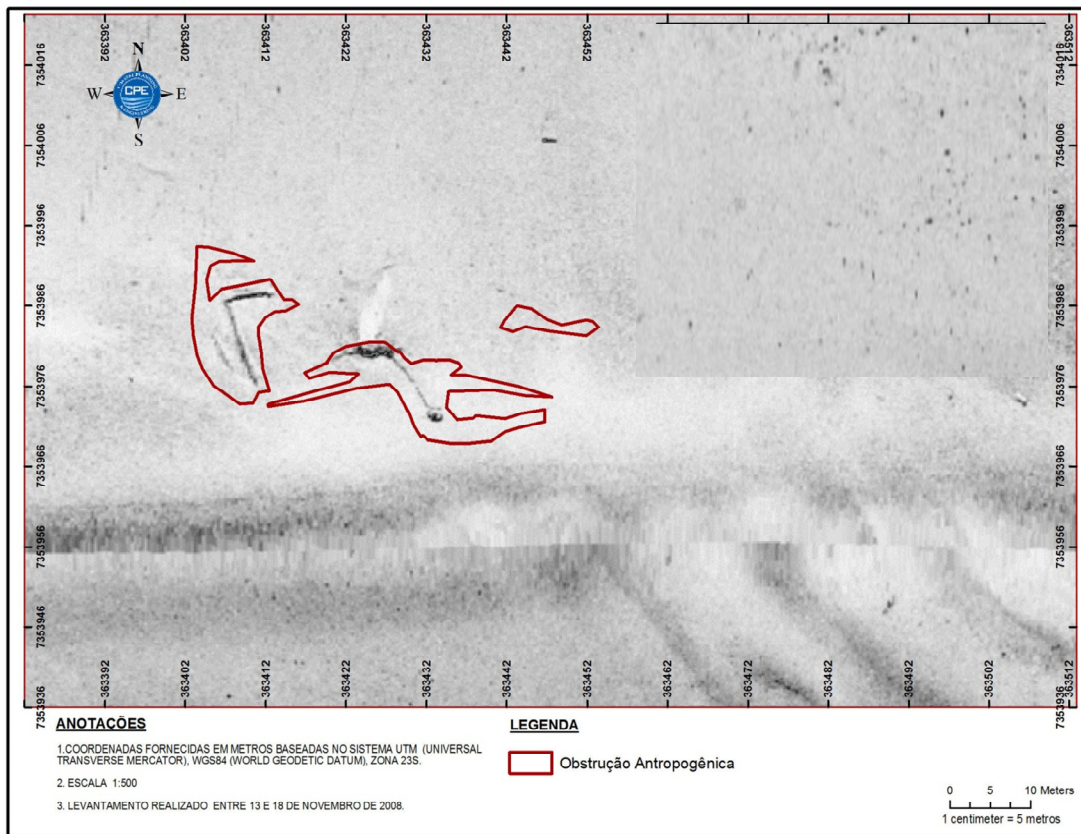


Figura 2.2.3.3.3 - 3: Registro de sonar de varredura com foco em um alvo de origem antropogênica (fragmentos de tubulações/dutos)

A extensão exposta do afloramento rochoso localizado em frente à Ilha de Barnabé pode ser facilmente identificada no registro de sonar de varredura (Figuras 2.2.3.3.3 – 4 e 2.2.3.3.3 – 5). O registro de sonar de varredura possibilitou um mapeamento preciso do afloramento rochoso situado em frente à extremidade oeste da Ilha de Barnabé. A extensão exposta deste afloramento rochoso é de 180m de extensão no sentido Sudoeste-Nordeste e 70m de largura no sentido Sudeste-Noroeste. O afloramento rochoso não se estende até o canal de acesso proposto. O padrão sonográfico do afloramento rochoso é distinto dos demais alvos identificados ao longo da área de estudo.

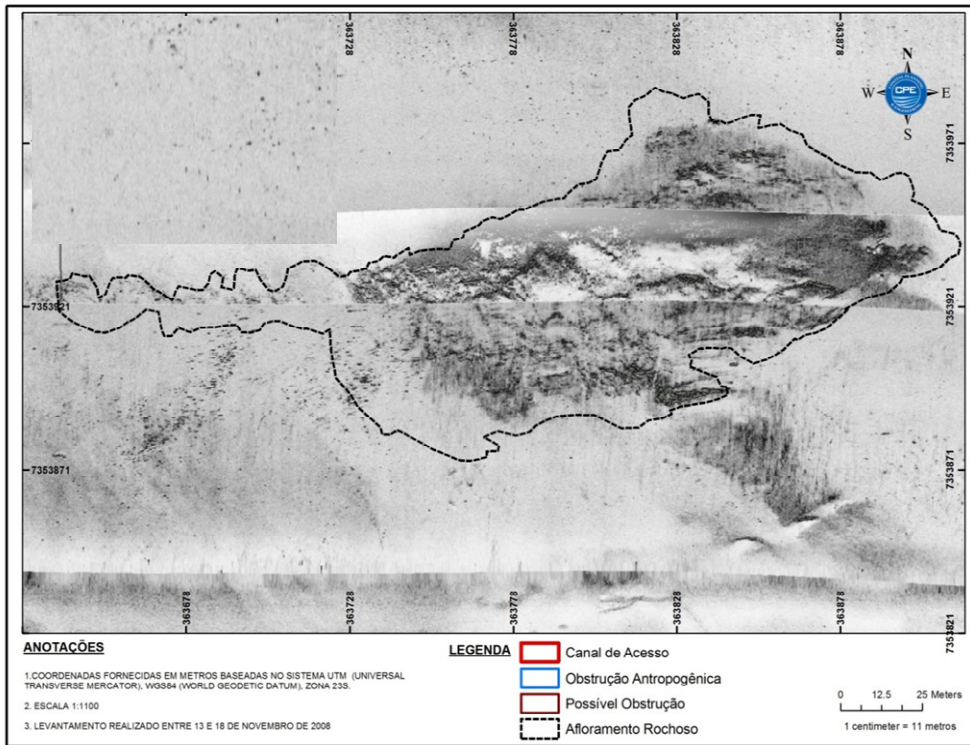


Figura 2.2.3.3.3 - 4: Registro de sonar de varredura com foco no afloramento rochoso em frente à extremidade oeste da Ilha Barnabé.

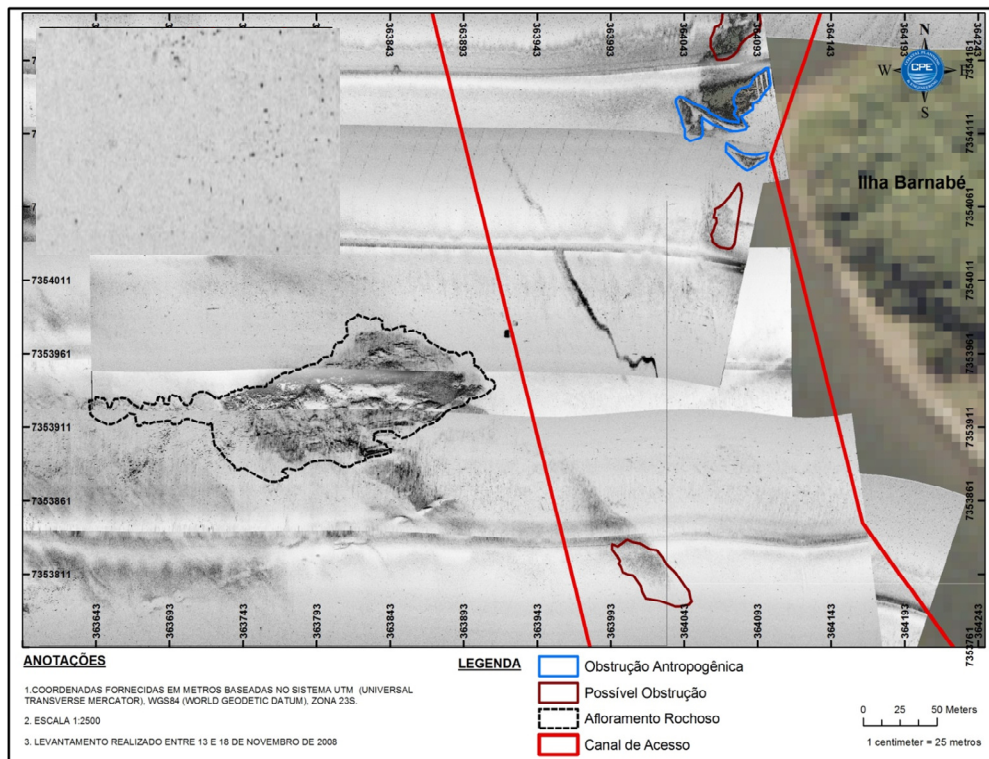


Figura 2.2.3.3.3 - 5: Registro de sonar de varredura com zoom no afloramento rochoso em frente à extremidade oeste da Ilha Barnabé e outros alvos de sonar adjacentes à extremidade da ilha

Durante o EIA-RIMA do aprofundamento do Canal do Porto de Santos, realizado pela Fundação Ricardo Franco em 2007/2008, foram realizadas 400 sondagens por Jet Probes, 60 sondagens de SPT e sísmica. Estes estudos também não encontraram evidência de afloramentos rochosos adicionais no canal principal, em frente ao Largo de Santa Rita. No citado EIA-RIMA é fornecida uma coordenada para o afloramento rochoso em frente à extremidade Oeste da Ilha Barnabé. Esta coordenada está localizada no centro do afloramento rochoso mapeado pelo sonar de varredura e identificado no registro sísmico (Figura 2.2.3.3.3 – 6), fornecendo uma segunda aferição à acurácia dos levantamentos aqui realizados.

A localização das linhas 010 e 011 é indicada na Figura 2.2.3.3.3 – 6.

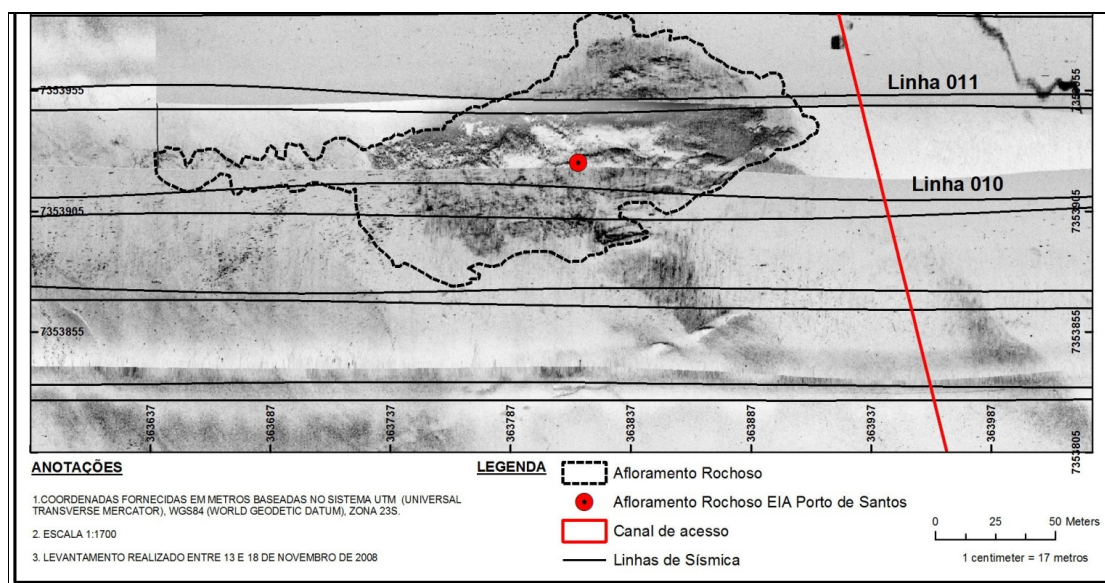


Figura 2.2.3.3.3 - 6: Linhas de sísmica sobrepostas no registro de sonar de varredura demonstrando correlação entre afloramento rochoso mapeado e o ponto indicado como afloramento rochoso no EIA-RIMA do Porto de Santos

Registros de sísmica possibilitaram uma caracterização da geologia de sub-superfície ao longo da área de estudo e a identificação de possíveis obstruções às atividades de dragagem, as quais coincidem geograficamente com os alvos de sonar de varredura, fornecendo uma segunda linha de evidência da existência de feições de interesse nestes locais.

De acordo com os registros sísmicos, complementados por uma análise preliminar de testemunhos obtidos na região, as camadas sedimentares da área de estudo foram classificadas como sedimentos fluvio-lagunares e sedimentos de mangues e pântanos, depositados durante o Holoceno (Suguio e Martin, 1978, Massad, 1985, 1999).

Um forte refletor sísmico ocorre ao longo da área de estudo, o qual se correlacionou com resultados dos vibracores obtidos no campo, identificando como sendo um gradiente entre sedimentos arenosos e lamosos maciços com baixo teor de matéria orgânica (em camadas superficiais) e sedimentos lamosos com alto teor de matéria orgânica (fragmentos vegetais e conchas), bioturbação e estruturas mosqueadas em camadas de base. Dados de sísmica evidenciam

um aumento na heterogeneidade dos sedimentos em direção às camadas de fundo, provavelmente devido ao aumento do teor de matéria orgânica, fragmentos vegetais e conchas em camadas mais profundas.

Os registros de sísmica sugerem que o afloramento rochoso que ocorre em frente à extremidade Oeste da Ilha Barnabé possui limitada extensão lateral e não se estende até o canal de acesso em cotas superiores a -15m NR-DHN. Este afloramento apresenta uma declividade média entre 10H:1V e 5H:1V. Outras linhas de evidência como estudos pretéritos na literatura especializada sugerem que o pacote sedimentar nesta região de baixio pode atingir dezenas de metros (Suguió e Martín, 1978).

B. DIRETRIZES PARA O PLANEJAMENTO E DEFINIÇÕES DE PROJETO DO TERMINAL

A realização desse estudo foi fundamental para a definição do projeto das estruturas de atracação de navios, do acesso do Canal do Porto à bacia de evolução e do projeto de dragagem.

A confirmação do posicionamento do afloramento rochoso e a indicação preliminar da inexistência de outros alvos com essas características, permitiram um melhor dimensionamento e locação do acesso do Canal do Porto à bacia de evolução, evitando futuras atividades de derrocamento para sua implantação.

Esses resultados, associados à batimetria realizada no Largo de Santa Rita, nortearam o desenvolvimento do projeto e plano de dragagem, assim como o cálculo da estimativa do volume do material a ser dragado nessa área.

2.2.3.3.4. Simulação Hidrodinâmica e de Transporte de Sedimento na Região do Largo de Santa Rita

O estudo intitulado “Simulação hidrodinâmica e de transporte de sedimento na região do Largo de Santa Rita (novembro/2009)” foi elaborado pela Coastal Planning & Engineering do Brasil Ltda, com o objetivo de avaliar o impacto na hidrodinâmica e no transporte de sedimentos em decorrência da construção do terminal portuário no Largo de Santa Rita, por meio de comparações entre a situação o atual e das alternativas de layout para este terminal.

Foram simulados alguns cenários de modelagem numérica, considerando: cenário atual, alternativas de projeto, e duas condições de vazão para cada uma destas alternativas.

No Anexo 2.2.3.3.3 - 1 é apresentado o estudo completo, com o detalhamento das seguintes informações:

- Coleta dos Dados Oceanográficos: medições de correntes e circulação hidrodinâmica no Largo de Santa Rita.
- Modelagem Numérica: software utilizado e etapa de pré-processamento (grade numérica, batimetria, dados de entrada e calibração do modelo hidrodinâmico).

O domínio de modelagem abrange, além do Largo de Santa Rita, principal área de interesse deste trabalho, o Canal de Bertioga, Canal de São Vicente, Canal da Piaçaguera (ou COSIPA), canal de acesso ao Porto de Santos e área marinha a adjacente.

A grade numérica é constituída por uma matriz com 482 x 323 elementos de cálculo, com espaçamento médio entre intersecções de cerca de 10 m no Largo Santa Rita e canais de ligação, e cerca de 200 m na área oceânica adjacente (Figura 2.2.3.3.4 – 1). Para esta simulação foram definidos 55 níveis verticais, em coordenadas sigma, para cálculo numérico (Tabela 2.2.3.3.4 – 1). Na Figura 2.2.3.3.4 – 2 pode-se observar uma ampliação da imagem contendo a grade numérica para o Largo de Santa Rita, bem como para as áreas adjacentes (e.g. Canal de Santos, Rio Jurubatuba).

Tabela 2.2.3.3.4 - 1: Distribuição vertical das camadas de simulação em coordenadas sigma, com as respectivas percentagens de cada camada da coluna de água

Numero da camada (σ)	% da coluna d'água
1	5 (Superfície)
2	20
3	50
4	20
5	5 (Fundo)

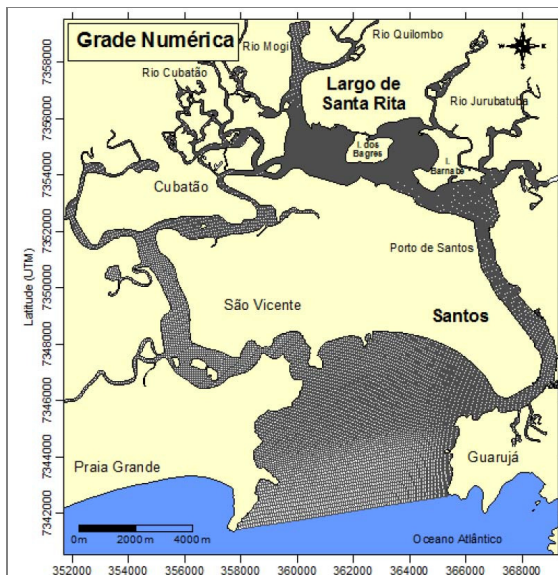


Figura 2.2.3.3.4 - 1: Grade numérica utilizada a pelo Delft3D nas simulações hidrodinâmicas no Estuário de Santos.

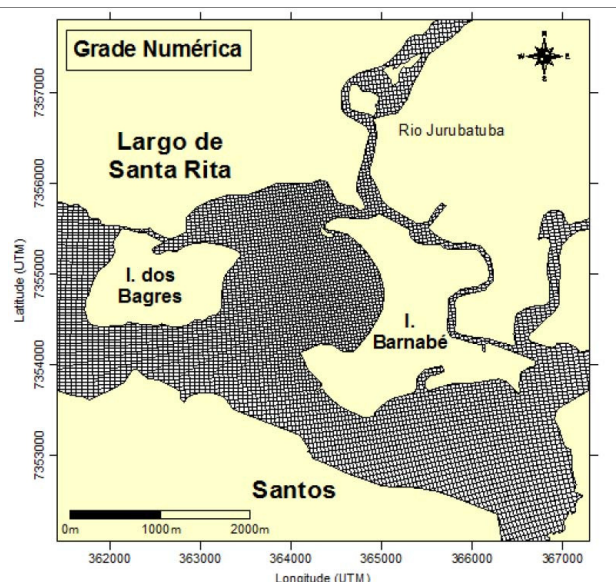


Figura 2.2.3.3.4 - 2: Detalhe da grade numérica utilizada pelo Delft3D nas simulações hidrodinâmicas no Largo de Santa Rita.

Dados de batimetria foram adquiridos pela digitalização das Cartas Náuticas da DHN nº 1711 (escala 1:80000) e 1701 (escalas 1:15000 e 1:25000). Em áreas não hidrografadas, como é o caso de alguns bancos arenosos e manguezais (áreas alagáveis durante marés altas) foram estipulados valores de profundidade condizentes com a declividade e gradientes encontrados na natureza.

Na Figura 2.2.3.3.4 – 3 são apresentadas as cartas náuticas utilizadas, juntamente com os pontos batimétricos digitalizados.

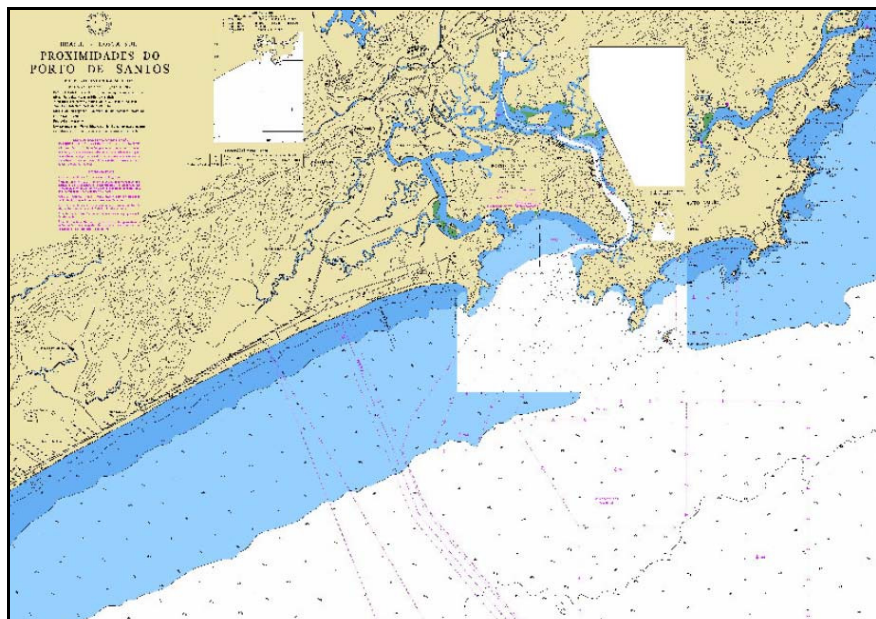
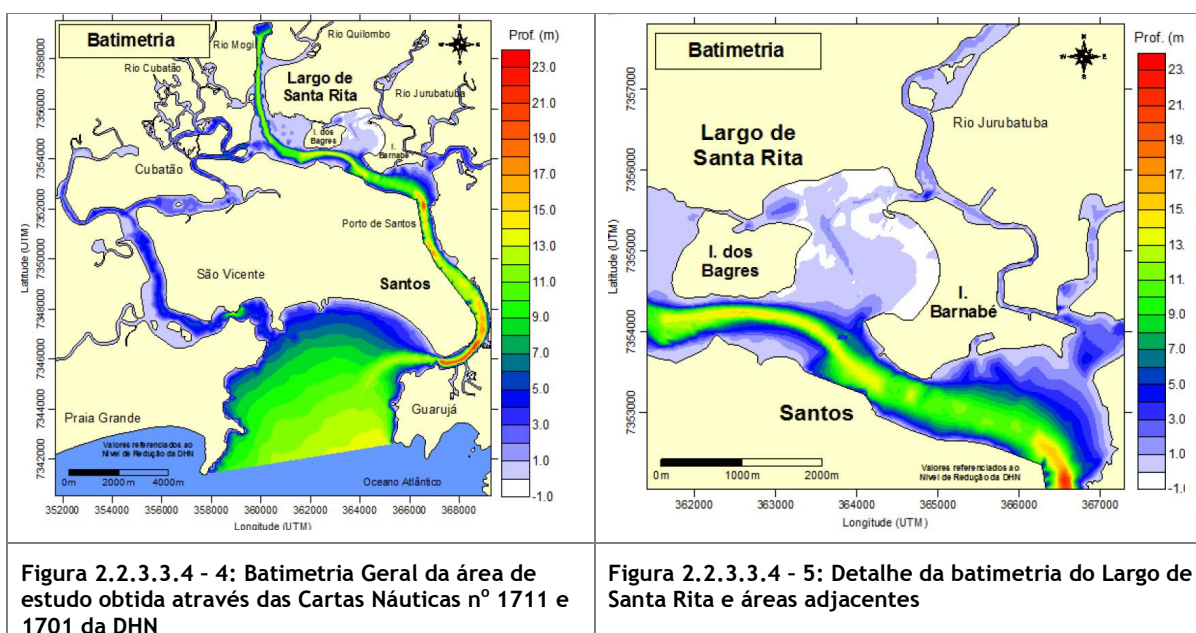


Figura 2.2.3.3.4 - 3: Cartas Náuticas da DHN utilizadas na determinação da batimetria ao longo do domínio de modelagem, juntamente com os pontos digitalizados.

Para a área do Largo Santa Rita foi utilizada uma batimetria de alta resolução realizada pela Coastal Planning & Engineering do Brasil (Figura 2.2.3.3.4 – 4 e 2.2.3.3.4 – 5), proporcionando uma excelente calibração do modelo hidrodinâmico na área de estudo, aumentando, assim, a confiabilidade dos resultados obtidos.



A. ASPECTOS HIDRODINÂMICOS DOS CENÁRIOS DE SIMULAÇÃO

Foram simulados vinte cenários, sendo dez na condição de vazão média e dez em vazão máxima, obtidas por meio dos métodos descritos anteriormente. O tempo de simulação compreendeu um ciclo completo de maré, com períodos de sizígia e quadratura.

Considerando estuários como ambientes complexos, é possível afirmar que, os processos básicos responsáveis pelo seu equilíbrio são a maré, a taxa de transporte de sedimentos e os cursos e vazões dos rios. A relação mútua entre estes e outros aspectos resultam em um processo contínuo de retroalimentação que impulsiona mudanças morfológicas e hidrodinâmicas controladas pelas condições iniciais e de contorno do ambiente (Howman & Van Rijn, 1999)

O impacto na hidrodinâmica do Largo de Santa Rita foi determinado a partir da comparação dos resultados das simulações do cenário atual com as alternativas propostas, por meio da análise das velocidades e direções das correntes médias na coluna de água.

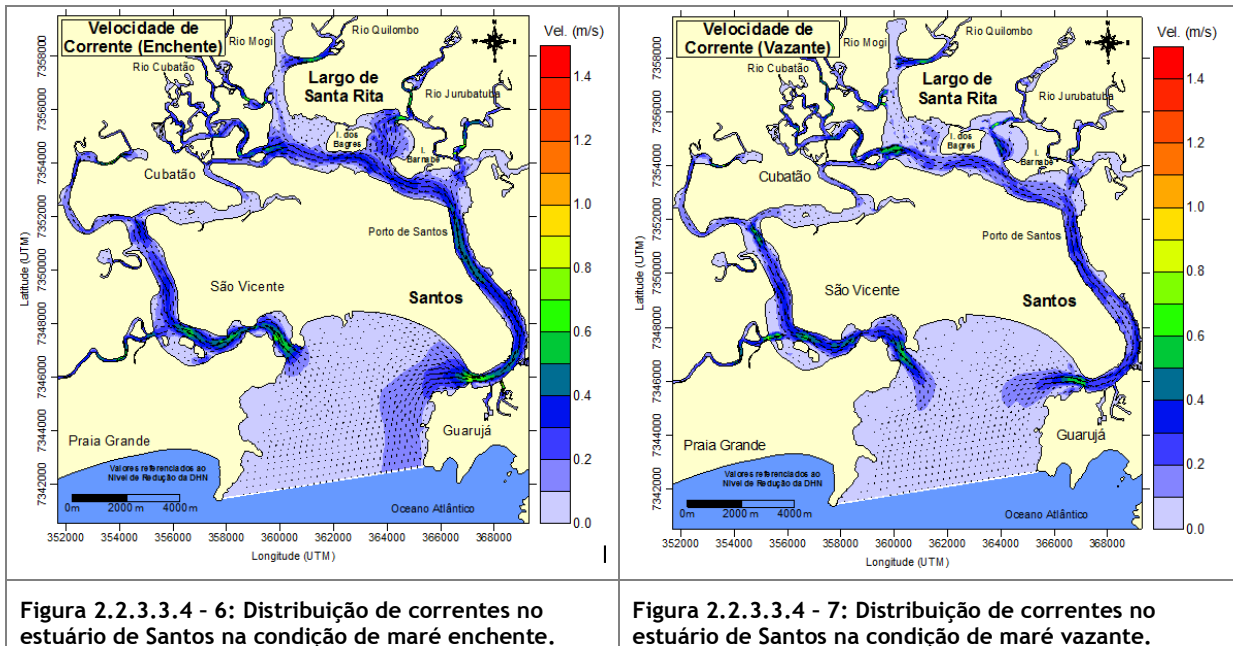
Os resultados numéricos do cenário atual foram subtraídos dos cenários futuros, resultando na mudança relativa entre os cenários simulados, facilitando a identificação das áreas sujeitas a alterações no padrão hidrodinâmico. Os vetores de corrente (normalizados) mostram o impacto na direção das correntes e as paletas de cores as alterações do campo de velocidade. Pela visualização dos vetores é possível identificar se houve ou não modificação da direção das correntes. No paleta a cor azul na paleta indica diminuição da velocidade de corrente e a cor vermelha indica um aumento desta propriedade.

As mudanças relativas de magnitude de corrente apresentadas nos itens subseqüentes foram obtidas a partir do comparativo da distribuição dos campos de correntes entre o cenário atual e as alternativas estudadas nas condições de marés enchente e vazante e vazões média e máxima.

A.1. Cenário Atual

O Cenário Atual considera a situação atual sem quaisquer alterações na batimetria e/ou linha de costa.

O estuário de Santos apresenta um fluxo bi-direcional de correntes em função das correntes geradas pelas variações das marés, determinado pelo padrão semi-diurno de oscilação do nível do mar na região. Desta forma a variação de magnitude de correntes ocorre em função das feições morfológicas do estuário (Figura 2.2.3.3.4 - 6). As maiores magnitudes de velocidade são formadas em duas condições: nas regiões mais profundas a exemplo do canal de navegação, e onde canais sofrem um estreitamento ou quando desembocam em áreas extensas, apresentando velocidades de corrente proporcionais ao volume de água que deve escoar por este nas condições de maré enchente e vazante. Um exemplo deste comportamento é o canal que interliga o Rio Jurubatuba com o Largo de Santa Rita. O escoamento apresenta um fluxo residual na condição de maré vazante, formando um delta na região superior do largo. As regiões com menores magnitudes de corrente por sua vez caracterizam-se pela presença de bancos e baixios, devido ao aumento da razão de superfície em relação à coluna de água.



A.2. Alternativa 1

A Alternativa 1 considera o canal de navegação com 15 m de profundidade (polígono vermelho) com píer de atracação da 1ª alternativa (Figura 2.2.3.3.4 – 8).

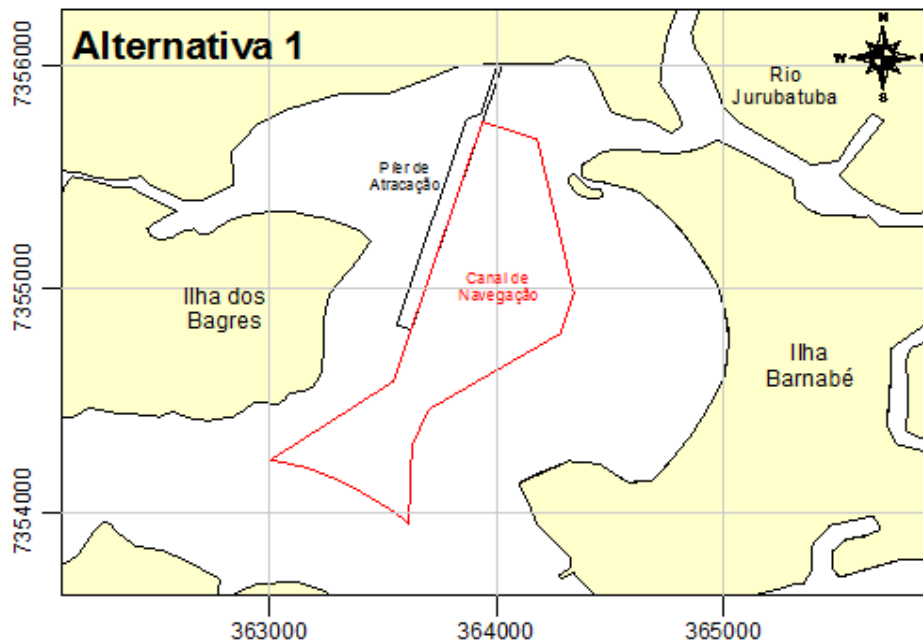


Figura 2.2.3.3.4 - 8: Layout do canal de navegação e estruturas presentes na alternativa 1.

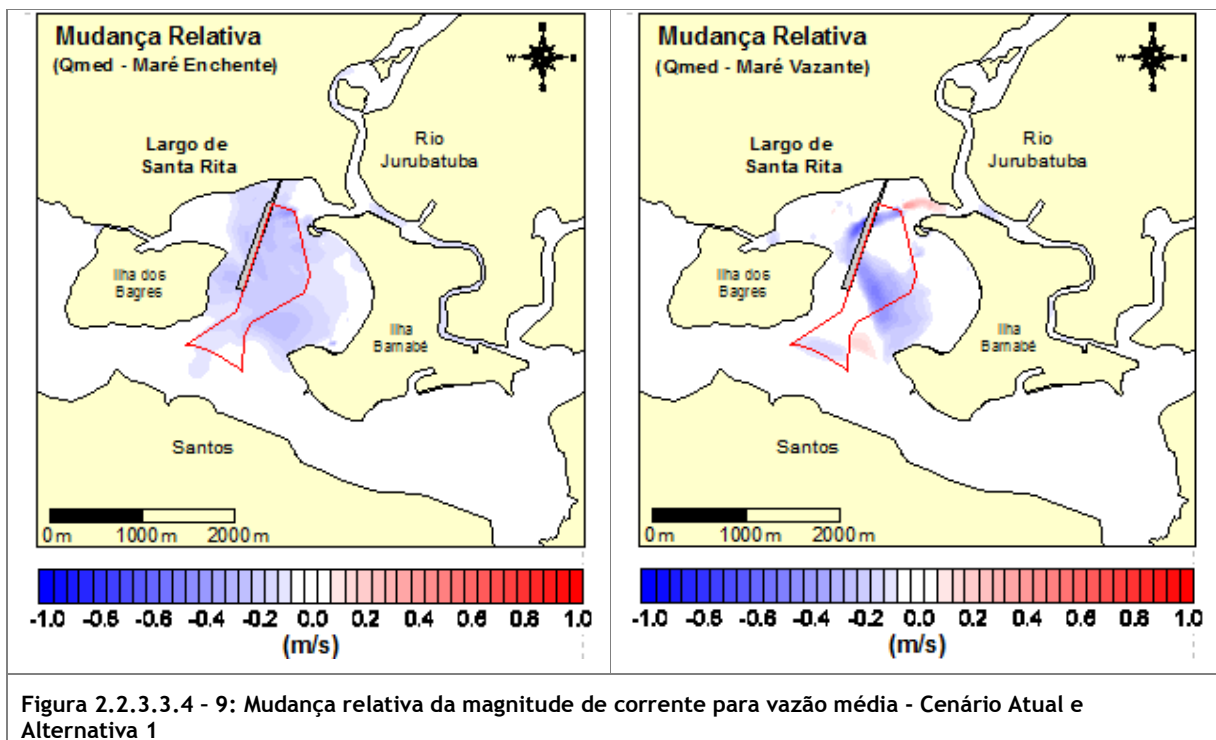
Em relação ao cenário atual observa-se uma diminuição da velocidade de corrente na área do canal de acesso e bacia de evolução (polígono vermelho), projetados com 15 m de profundidade. A

cota projetada causa um aumento significativo da área das seções transversais do Largo de Santa Rita, proporcionando uma diminuição da velocidade de corrente no local, podendo estar associadas a áreas de deposição de sedimentos. Este padrão é observado em ambas às situações de vazão simuladas.

É importante salientar que as correntes de vazante na situação atual estão praticamente restritas ao canal natural presente no sistema, o que numericamente proporcionou uma mudança relativa nesta área apenas, mas de modo geral o comportamento é semelhante nas duas condições simuladas.

Na parte interior do largo, na saída do canal de ligação com o Rio Jurubatuba, observa-se uma intensificação das velocidades de correntes durante marés de vazante em função do gradiente de profundidade formado pela bacia de evolução projetada.

Para esta alternativa, em nenhuma das situações simuladas observa-se alterações no padrão hidrodinâmico nos rios Jurubatuba e Sandi.



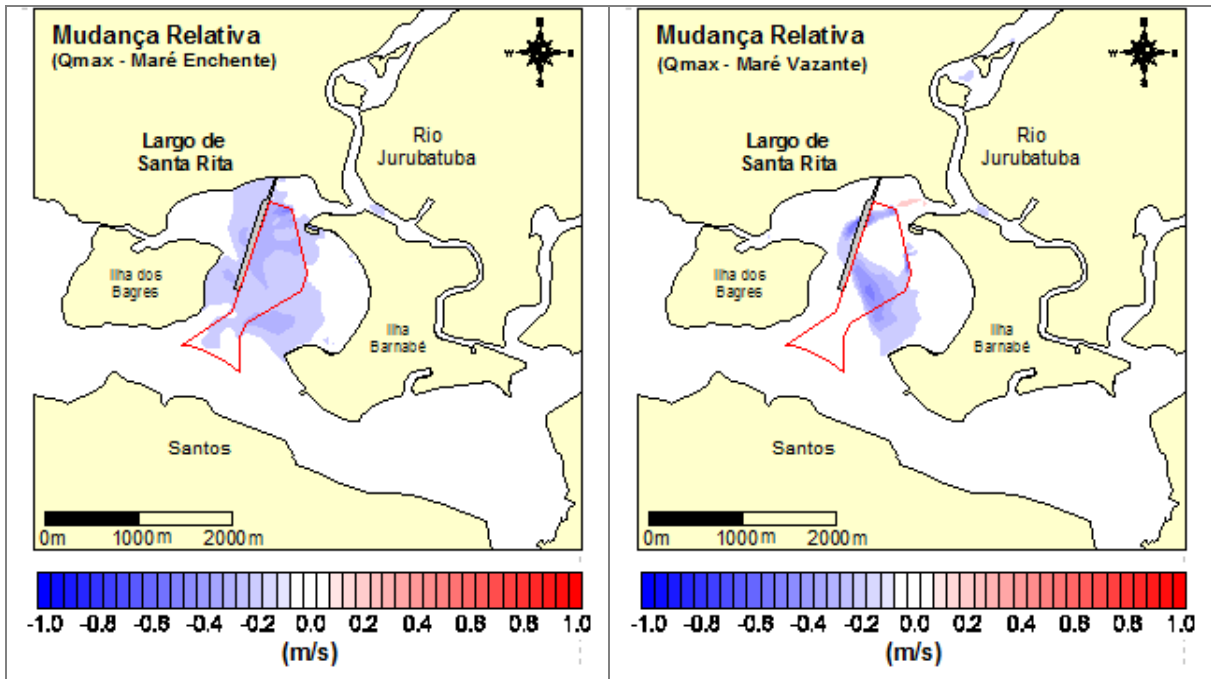


Figura 2.2.3.3.4 - 10: Mudança relativa da magnitude de corrente para vazão máxima - Cenário Atual e Alternativa

A.3. Alternativa 2A

A Alternativa 2ª considera o canal de navegação com 15 m de profundidade (polígono vermelho) com píer de atracação da 2ª alternativa (Figura 2.2.3.3.4 – 11).

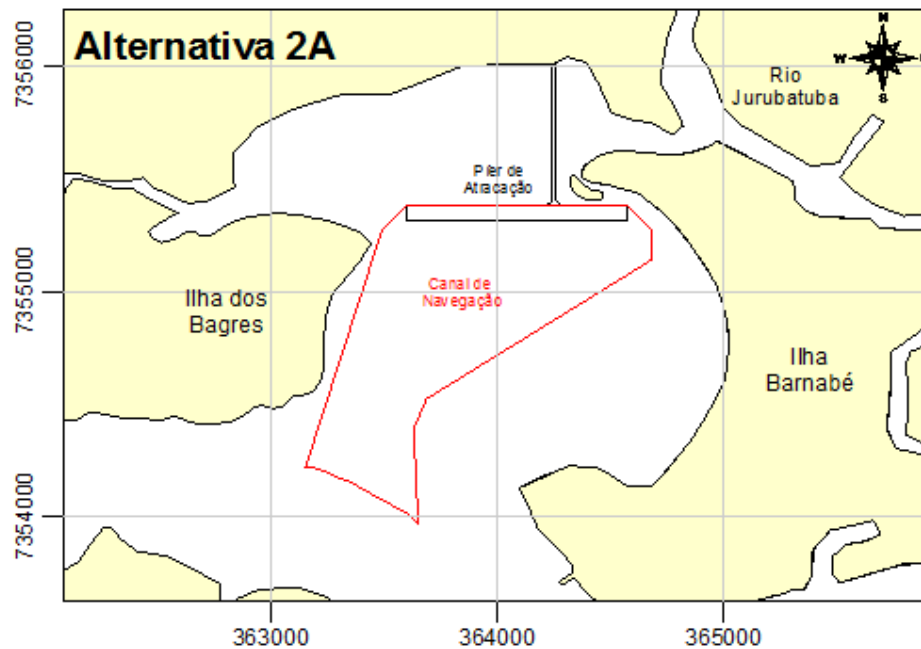


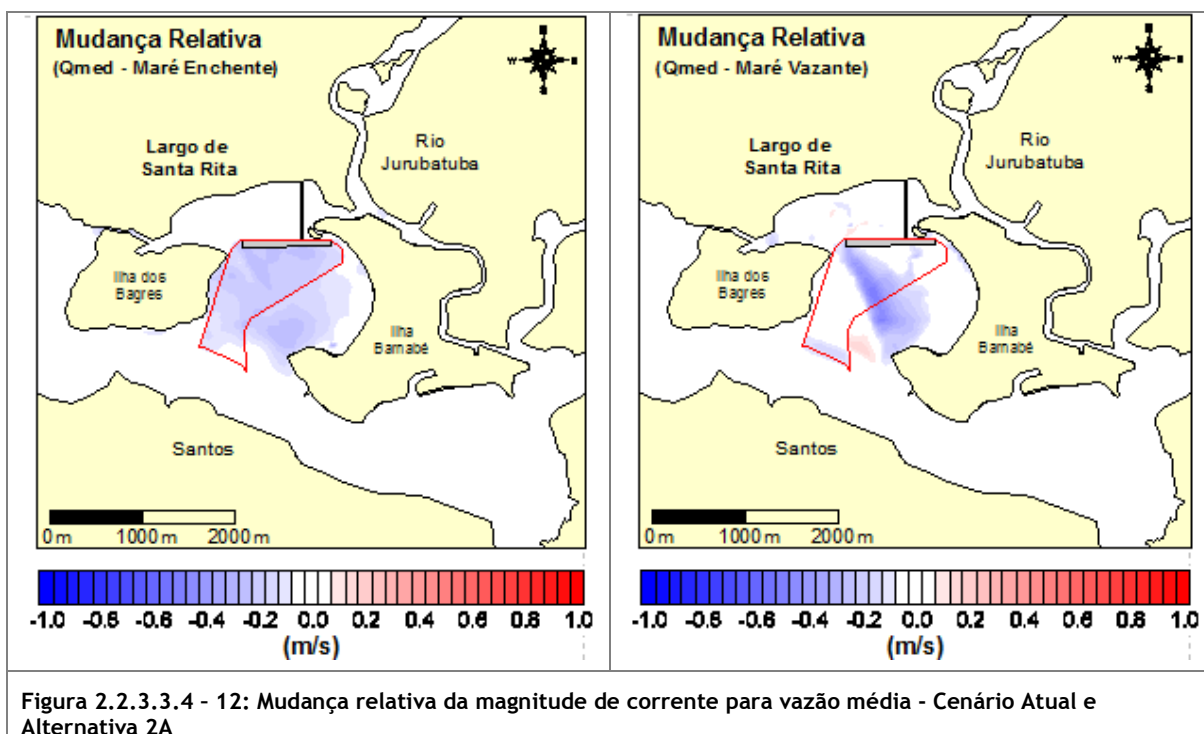
Figura 2.2.3.3.4 - 11: Layout do canal de navegação e estruturas presentes na alternativa 2A.

Apesar da posição do píer de atracação estar localizado transversalmente ao sentido das correntes de vazante e enchente, não se observa alteração na direção das correntes em função da presença desta estrutura, já que esta é sustentada por pilastras semi-submersas, que proporcionam a passagem livre da água.

Da mesma forma que no cenário anterior, em relação ao cenário atual observa-se uma diminuição da velocidade de corrente na área do canal de acesso e bacia de evolução (polígono vermelho), projetados com 15 m de profundidade. A cota projetada causa um aumento significativo da área das seções transversais do Largo de Santa Rita, proporcionando uma diminuição da velocidade de corrente no local, podendo estar associadas a áreas de deposição de sedimentos. Este padrão é observado em ambas às situações de vazão simuladas.

Os resultados mostram que durante período de maré vazante, na condição de vazão média, ocorre uma intensificação na velocidade de corrente na ordem de 0,2 m/s na região próxima do canal principal do Porto de Santos, causada possivelmente pelos gradientes morfológicos impostos pelo canal de acesso e bacia de evolução projetados.

Para esta alternativa de projeto, em nenhuma das situações simuladas observa-se alterações no padrão hidrodinâmico nos rios Jurubatuba e Sandi.



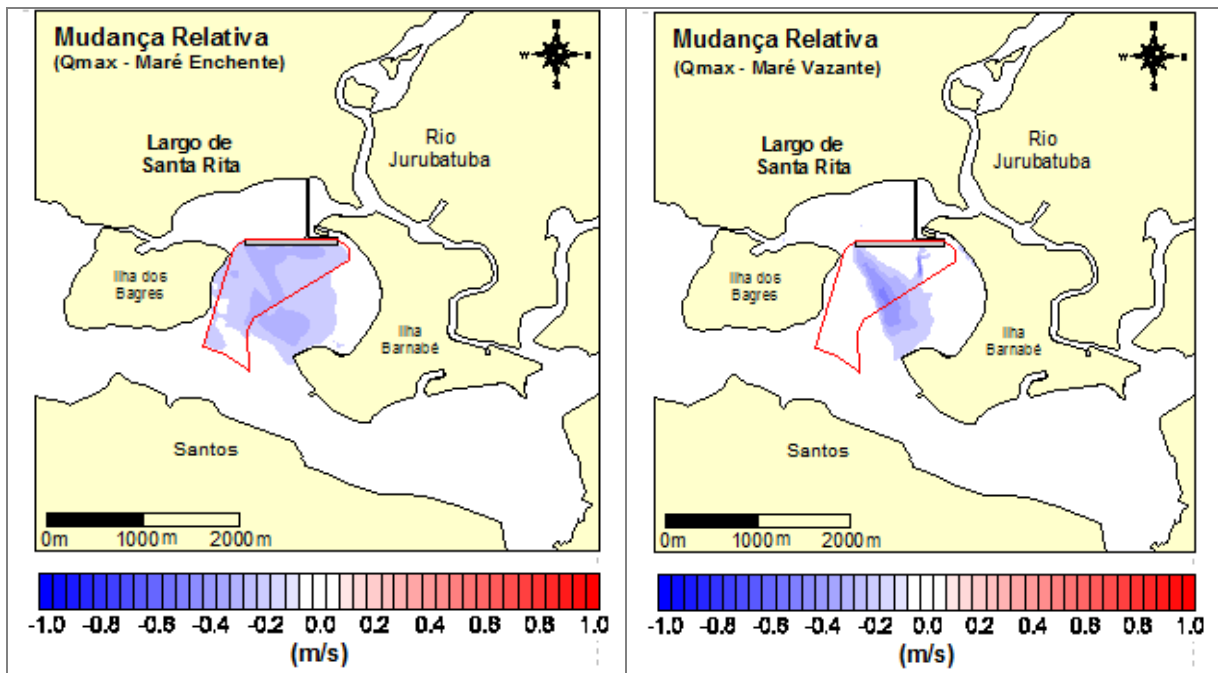


Figura 2.2.3.3.4 - 13: Mudança relativa da magnitude de corrente para vazão máxima - Cenário Atual e Alternativa 2A

A.4. Alternativa 2B

A Alternativa 2B considera o canal de navegação com 15m de profundidade (polígono vermelho), píer de atracação da 2ª alternativa e aterro parcial da parte interna do cais de atracação (Figura 2.2.3.3.4 – 14).

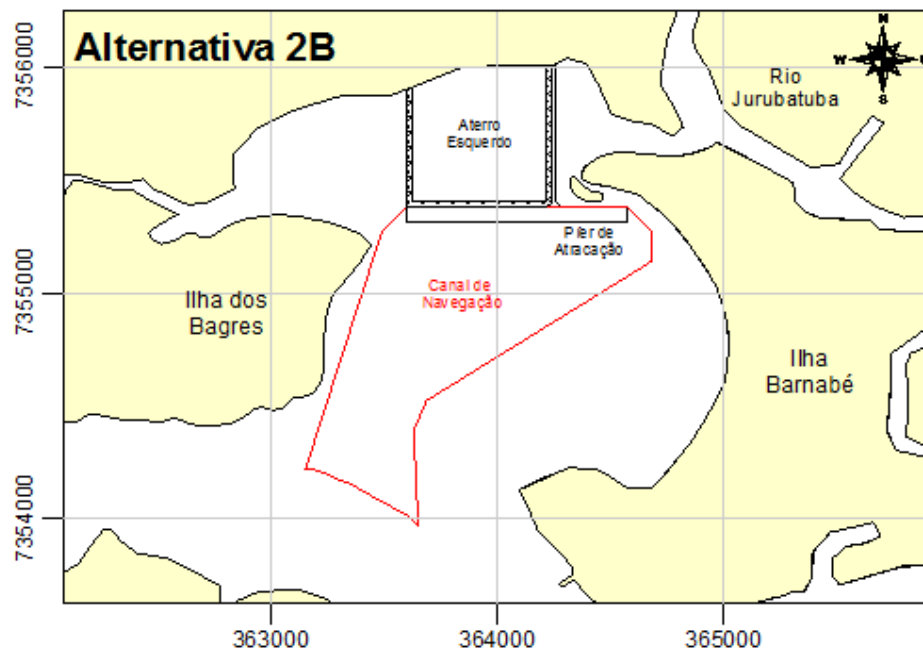


Figura 2.2.3.3.4 - 14: Layout do canal de navegação, estruturas e aterro parcial presente na alternativa 2B.

Devido à presença de um aterro parcial na parte interna ao píer de atracação, ocorre um significativo aumento nos valores de velocidade de corrente no estreitamento formado entre o aterro e a linha de costa atual. Este incremento na velocidade é da ordem de 0,7m/s. A configuração do projeto desta alternativa causa uma constrição nesta área, proporcionando uma significativa diminuição da área hidráulica da seção transversal do largo, que inevitavelmente causa o aumento da magnitude do escoamento hidrodinâmico no local.

Da mesma forma que no cenário anterior, em relação ao cenário atual observa-se uma diminuição da velocidade de corrente na área do canal de acesso e bacia de evolução (polígono vermelho), projetados com 15m de profundidade. A cota projetada causa um aumento significativo da área das seções transversais do Largo de Santa Rita, proporcionando uma diminuição da velocidade de corrente no local, podendo estar associadas a áreas de deposição de sedimentos. Este padrão é observado em ambas às situações de vazão simuladas.

Para esta alternativa de projeto, foi observada uma diminuição nos valores de velocidade de corrente a montante da desembocadura do largo com o Rio Jurubatuba. O mesmo não ocorre no rio Sandi que apresenta um aumento nas intensidades das correntes na ordem de 0,7m/s a jusante da desembocadura do largo. Neste caso a presença do aterro parcial no interior do Largo de Santa Rita, proporciona um aumento no volume de água a ser escoado pelo rio Sandi, podendo causar alterações morfodinâmicas no local.

É observado modificações no sentido das correntes apenas nas proximidades do aterro localizado no interior do largo.

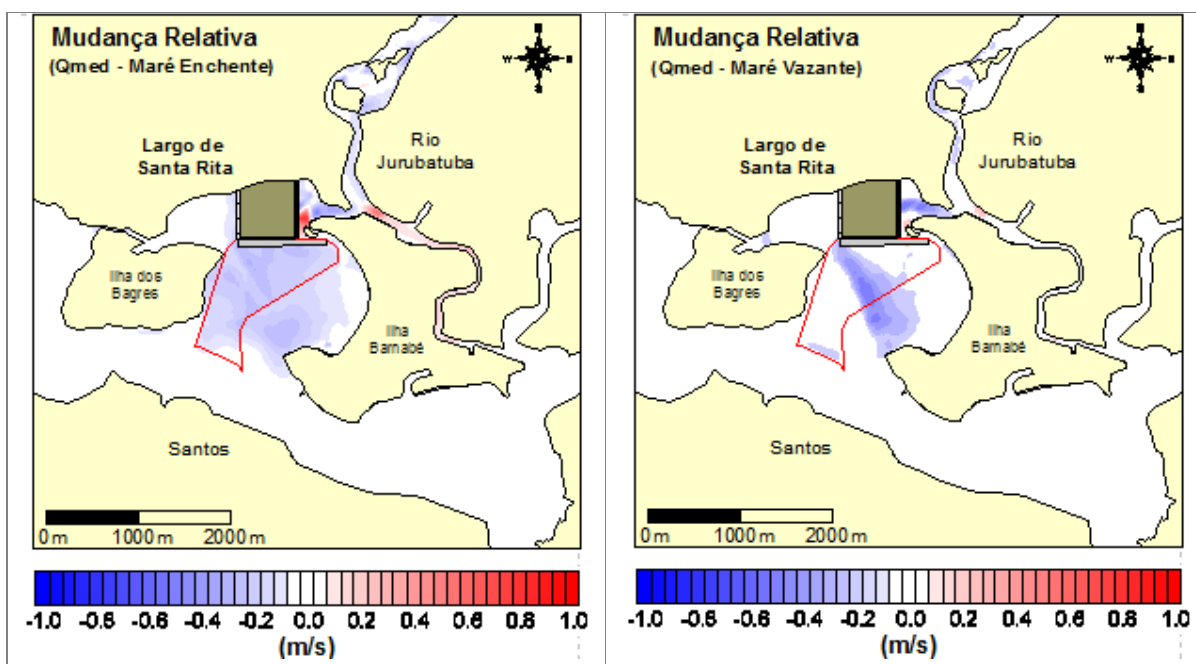


Figura 2.2.3.3.4 - 15: Mudança relativa da magnitude de corrente para vazão média - Cenário Atual e Alternativa 2B

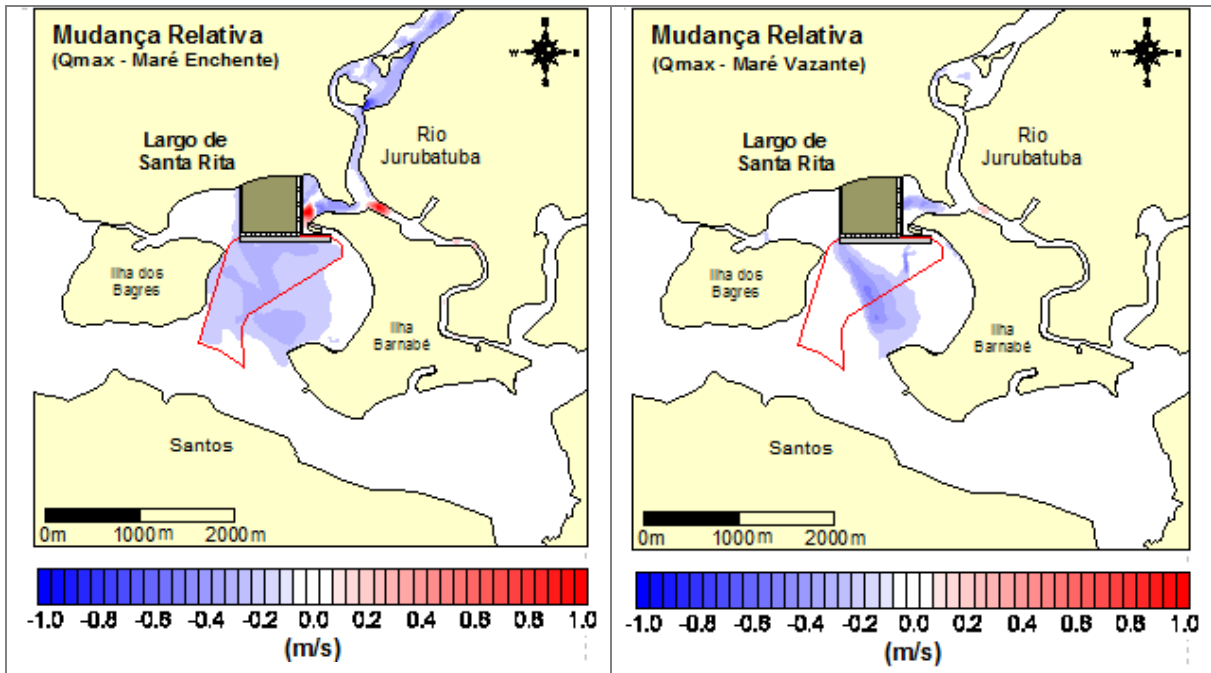


Figura 2.2.3.3.4 - 16: Mudança relativa da magnitude de corrente para vazão máxima - Cenário Atual e Alternativa 2B

A.5. Alternativa 2C

A Alternativa 2C considera o canal de navegação com 15m de profundidade (polígono vermelho), píer de atracação da 2ª alternativa e aterro total da parte interna do cais de atracação (Figura 2.2.3.3.4 - 17).

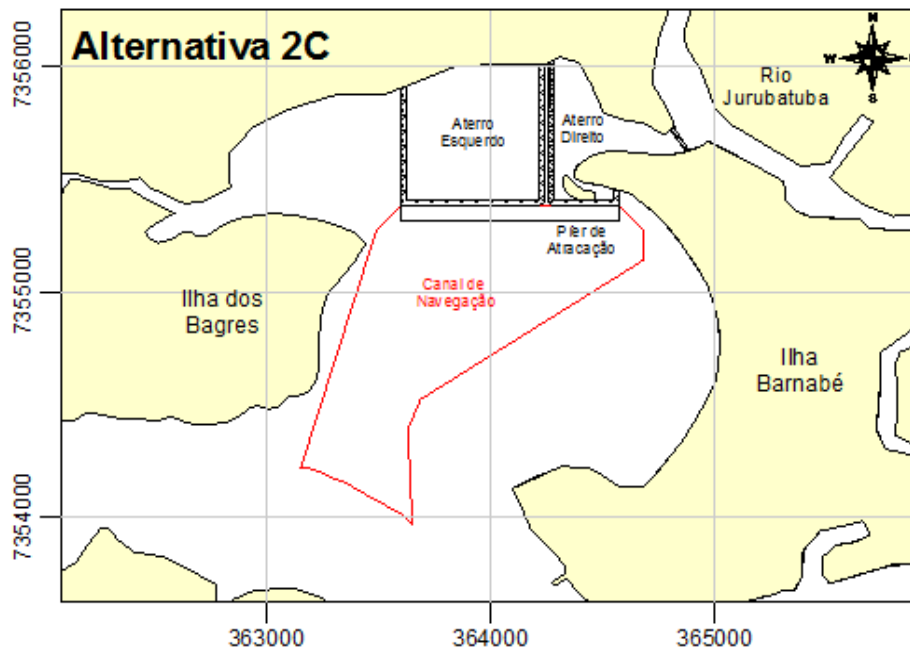
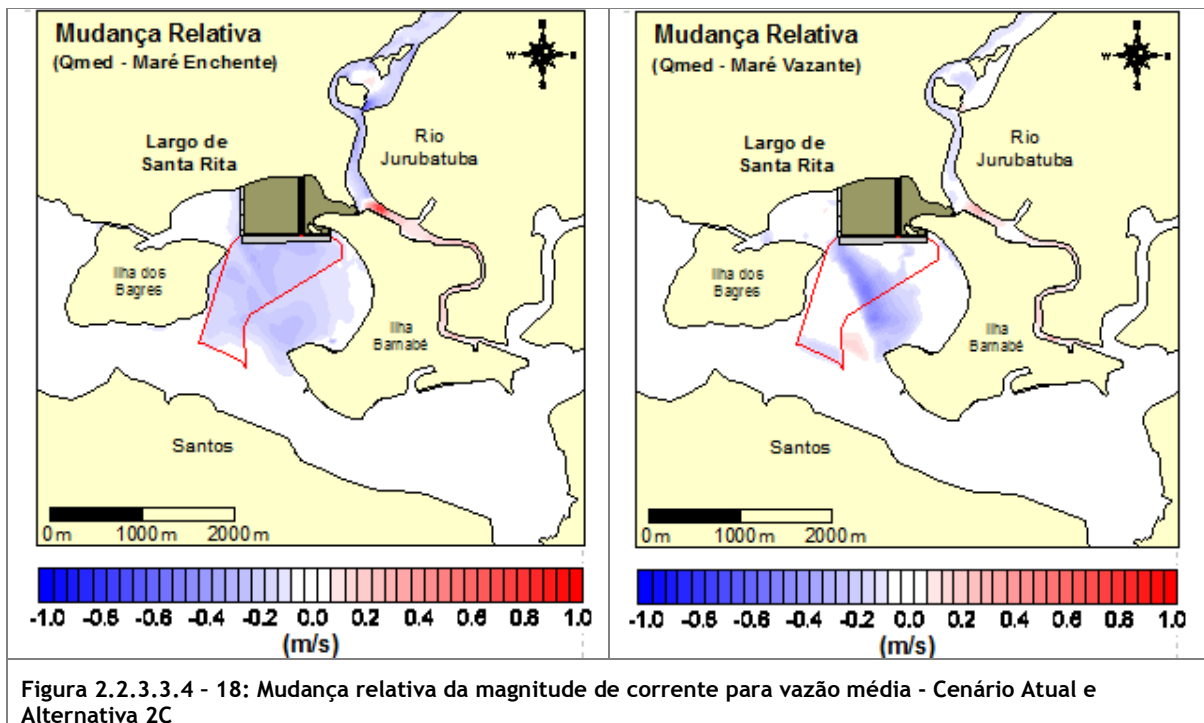


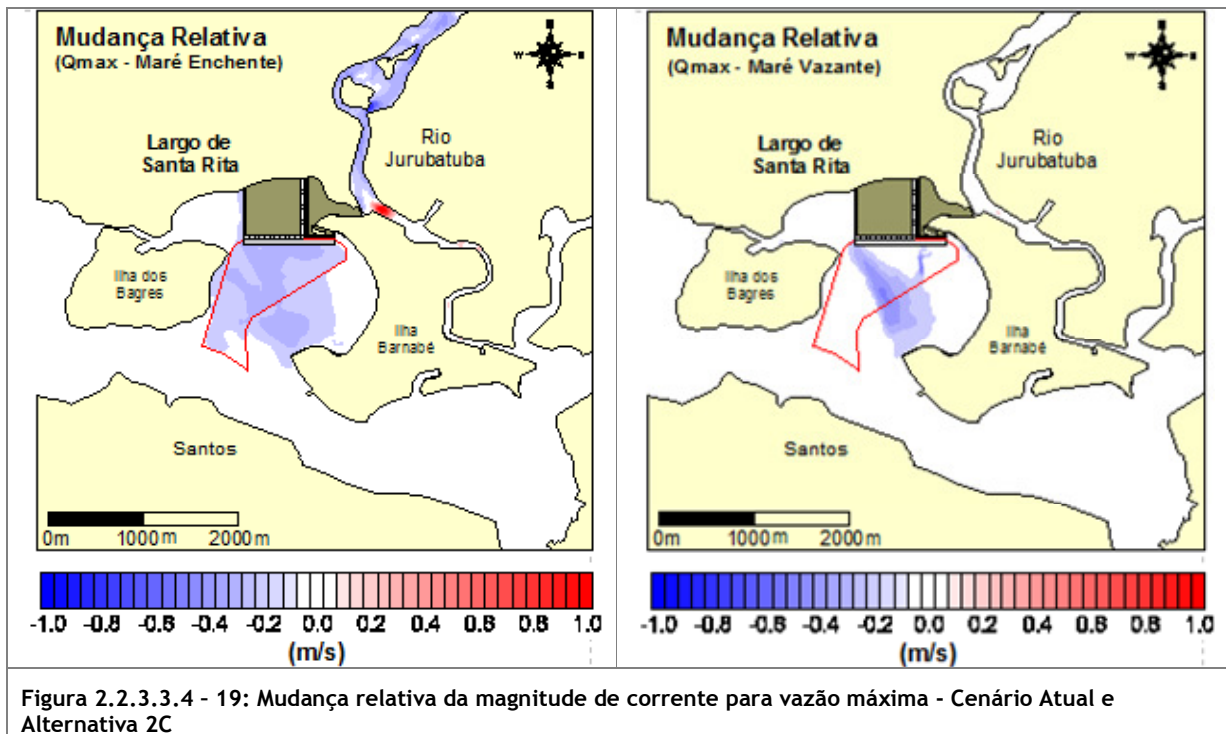
Figura 2.2.3.3.4 - 17: Layout do canal de navegação, estruturas e aterro parcial presente na alternativa 2C.

Como esta alternativa considera o fechamento total da desembocadura do Largo de Santa Rita com os rios Jurubatuba e Sandi, proporcionando a interrupção entre o fluxo de água entre estes ambientes, é observado modificações nos padrões hidrodinâmicos nestes canais fluviais. À montante da desembocadura ocorre uma diminuição da velocidade de corrente, principalmente durante marés enchente em ambas as condições de vazão fluvial. À jusante, observa-se um aumento de cerca de 0,8m/s na magnitude das correntes, fato causado pelo aumento do volume de água que escoo pelo rio Sandi, devido a interrupção da ligação entre os ambientes.

Da mesma forma que no cenário anterior, em relação ao cenário atual observa-se uma diminuição da velocidade de corrente na área do canal de acesso e bacia de evolução (polígono vermelho), projetados com 15m de profundidade. A cota projetada causa um aumento significativo da área das seções transversais do Largo de Santa Rita, proporcionando uma diminuição da velocidade de corrente no local, podendo estar associadas a áreas de deposição de sedimentos. Este padrão é observado em ambas às situações de vazão simuladas.

É observado modificações no sentido das correntes apenas nas proximidades do aterro localizado no interior do largo.





A.6. Alternativa 3A

A Alternativa 3A: Canal de navegação com 15m de profundidade (polígono vermelho) com píer de atracação da 3ª alternativa (figura 2.2.3.3.4 - 20).

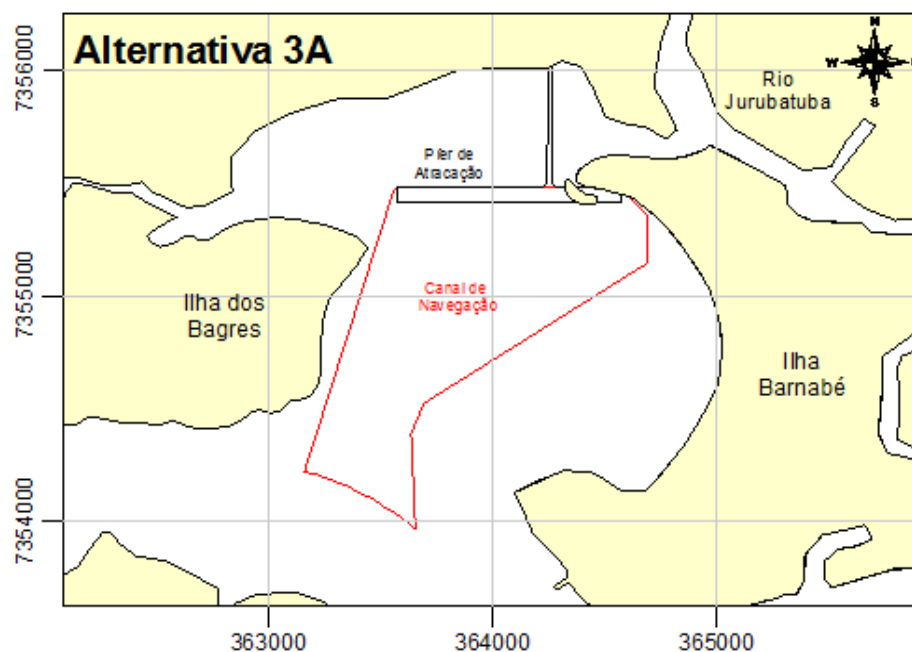


Figura 2.2.3.3.4 - 20: Layout do canal de navegação e estruturas presentes na alternativa 3ª

Devido à semelhança entre esta alternativa e a alternativa 2A, os resultados e interpretações quanto ao impacto na hidrodinâmica são os mesmos. Assim, observa-se uma diminuição na velocidade das correntes na área do canal de acesso e bacia de evolução, projetados com 15m de profundidade. Quanto aos canais fluviais adjacentes, não observa-se alterações hidrodinâmicas em decorrência desta obra.

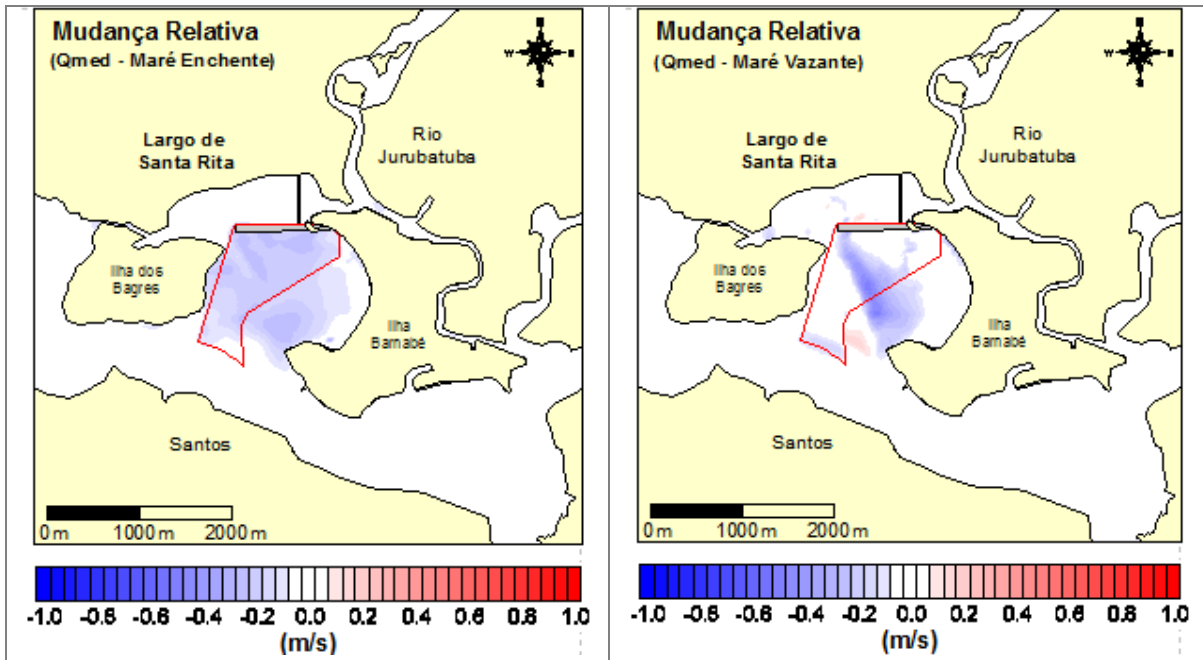


Figura 2.2.3.3.4 - 21: Mudança relativa da magnitude de corrente para vazão média - Cenário Atual e Alternativa 3A

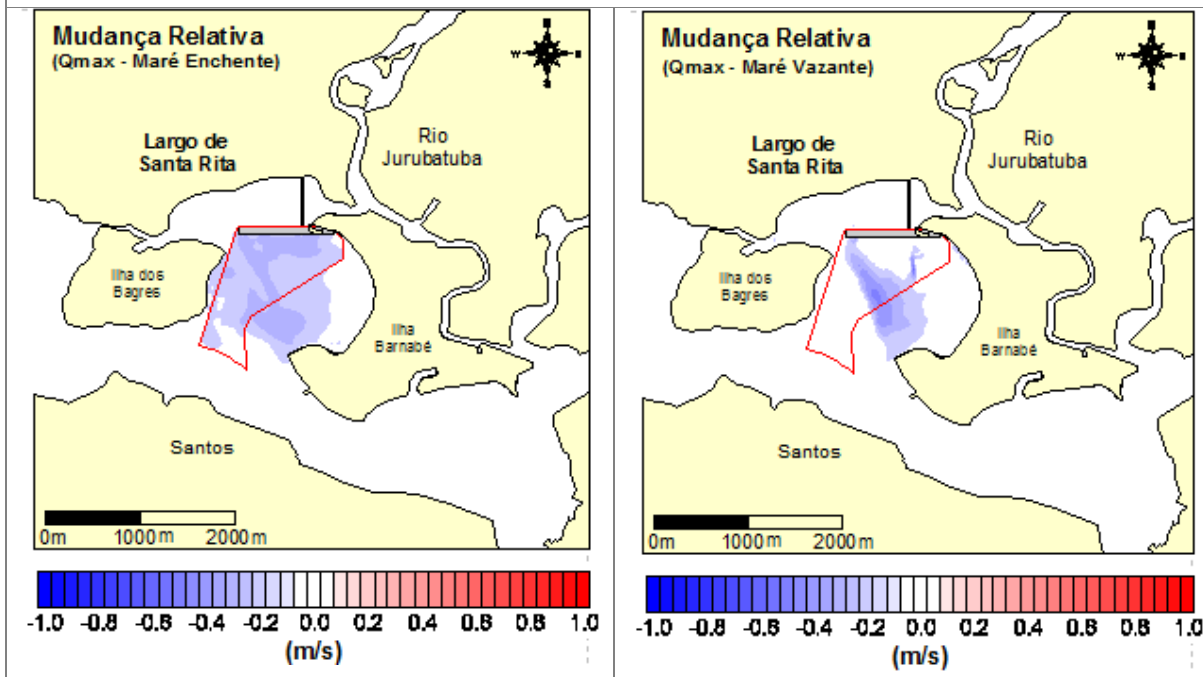


Figura 2.2.3.3.4 - 22: Mudança relativa da magnitude de corrente para vazão máxima - Cenário Atual e Alternativa 3A

A.7. Alternativa 3B

A Alternativa 3B considera o canal de navegação com 15m de profundidade (polígono vermelho), píer de atracação da 3ª alternativa e aterro parcial da parte interna do cais de atracação (Figura 2.2.3.3.4 - 23).

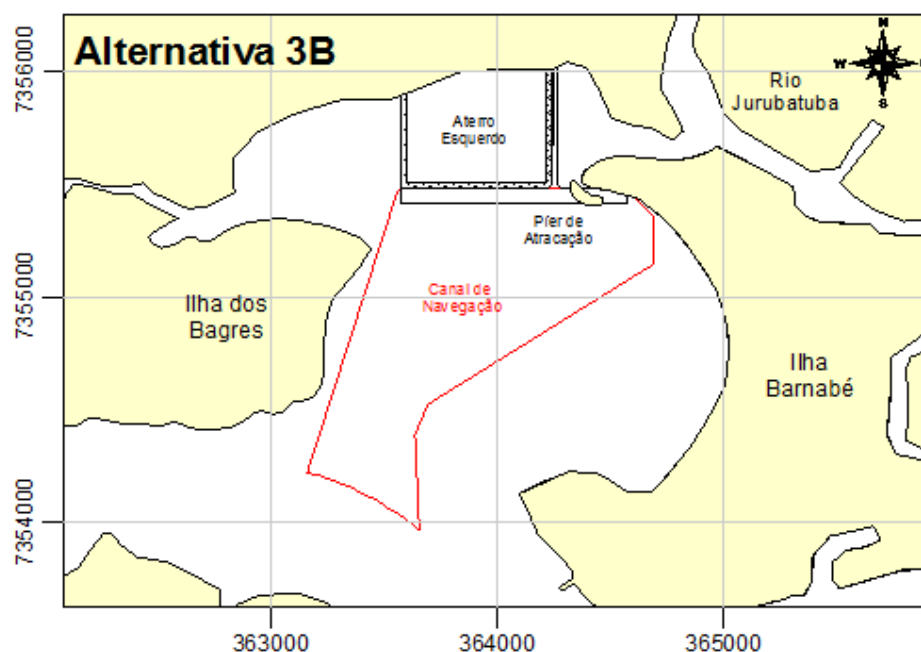


Figura 2.2.3.3.4 - 23: Layout do canal de navegação, estruturas e aterro parcial presente na alternativa 3B

Da mesma forma, devido à semelhança entre esta alternativa e a alternativa 2B, os resultados e interpretações quanto ao impacto na hidrodinâmica são os mesmos. Assim, observa-se uma diminuição na velocidade das correntes na área do canal de acesso e bacia de evolução, projetados com 15m de profundidade. Nas áreas onde ocorre o estreitamento entre o aterro parcial e a linha de costa ocorre um incremento na magnitude das correntes. O mesmo fato ocorre à jusante da desembocadura do largo com o rio Sandi.

É observado modificações no sentido das correntes apenas nas proximidades do aterro localizado no interior do largo.

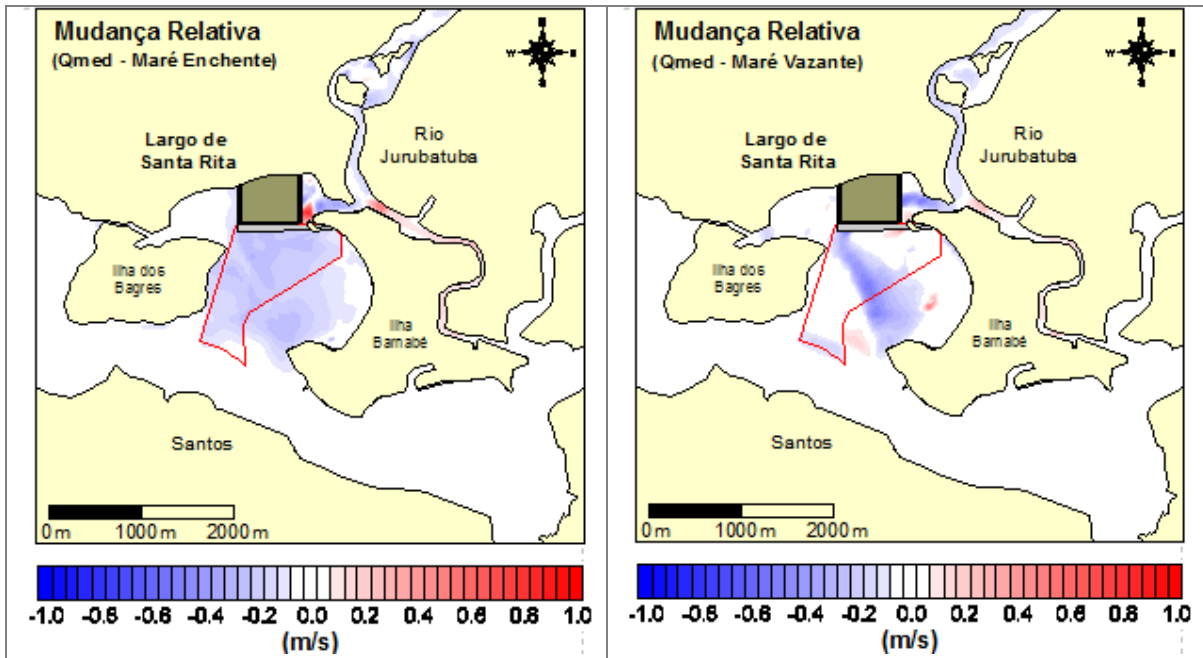


Figura 2.2.3.3.4 - 24: Mudança relativa da magnitude de corrente para vazão média - Cenário Atual e Alternativa 3B

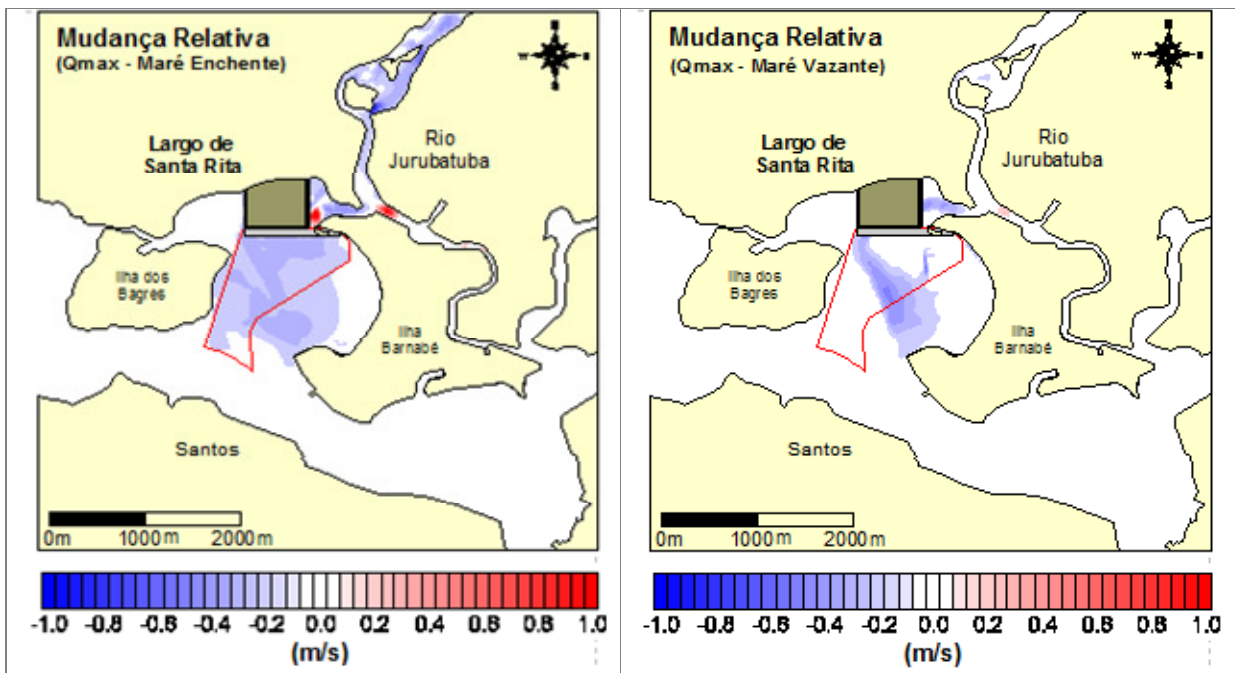


Figura 2.2.3.3.4 - 25: Mudança relativa da magnitude de corrente para vazão máxima - Cenário Atual e Alternativa 3B

A.8. Alternativa 3C

A Alternativa 3C considera o canal de navegação com 15m de profundidade (polígono vermelho), píer de atracação da 3ª alternativa e aterro total da parte interna do cais de atracação (Figura 2.2.3.3.4 - 26).

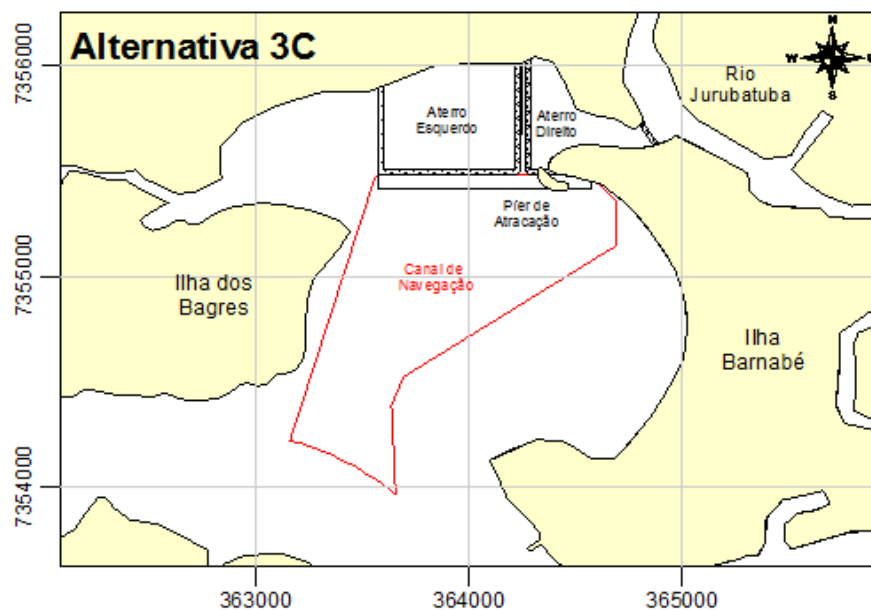


Figura 2.2.3.3.4 - 26: Layout do canal de navegação, estruturas e aterro parcial presente na alternativa 3C

Como descrito na alternativa 2C, observa-se uma diminuição na velocidade das correntes na área do canal de acesso e bacia de evolução, projetados com 15m de profundidade. Nos rios Jurubatuba e Sandi são observadas alterações no padrão hidrodinâmico em decorrência da interrupção da passagem de água entre o largo e estes canais fluviais.

É observado modificações no sentido das correntes apenas nas proximidades do aterro localizado no interior do largo.

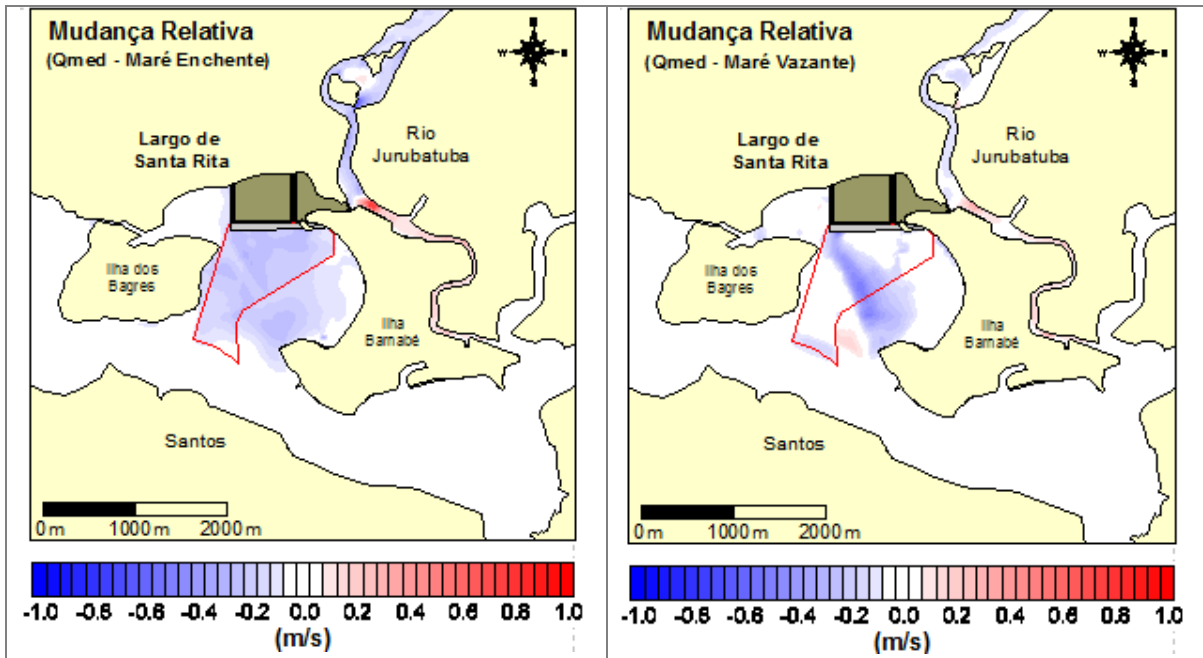


Figura 2.2.3.3.4 - 27: Mudança relativa da magnitude de corrente para vazão média - Cenário Atual e Alternativa 3C

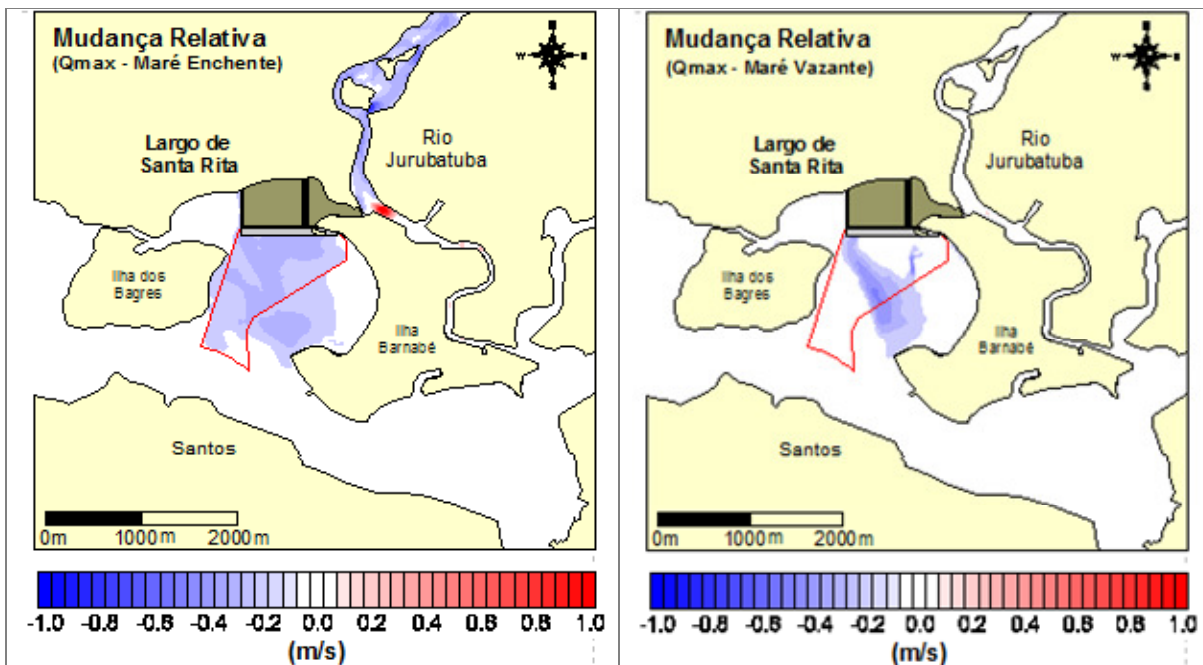


Figura 2.2.3.3.4 - 28: Mudança relativa da magnitude de corrente para vazão máxima - Cenário Atual e Alternativa 3C

A.9. Alternativa 4A

A Alternativa 4ª considera o canal de navegação com 15m de profundidade (polígono vermelho) com píer de atracação da 4ª alternativa (Figura 2.2.3.3.4 - 29).

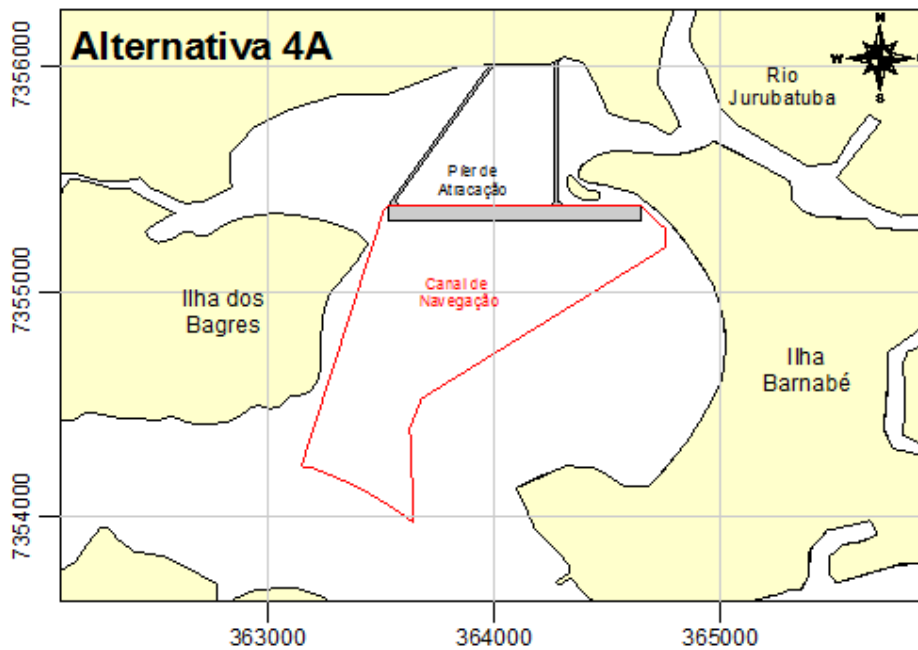


Figura 2.2.3.3.4 - 29: Layout do canal de navegação e estruturas presentes na alternativa 4A

Como descrito nas alternativas 2A e 3A, a alteração do campo de correntes na área do empreendimento se limita a uma diminuição da magnitude na região do estabelecimento do canal de acesso e bacia de evolução em todos os cenários simulados.

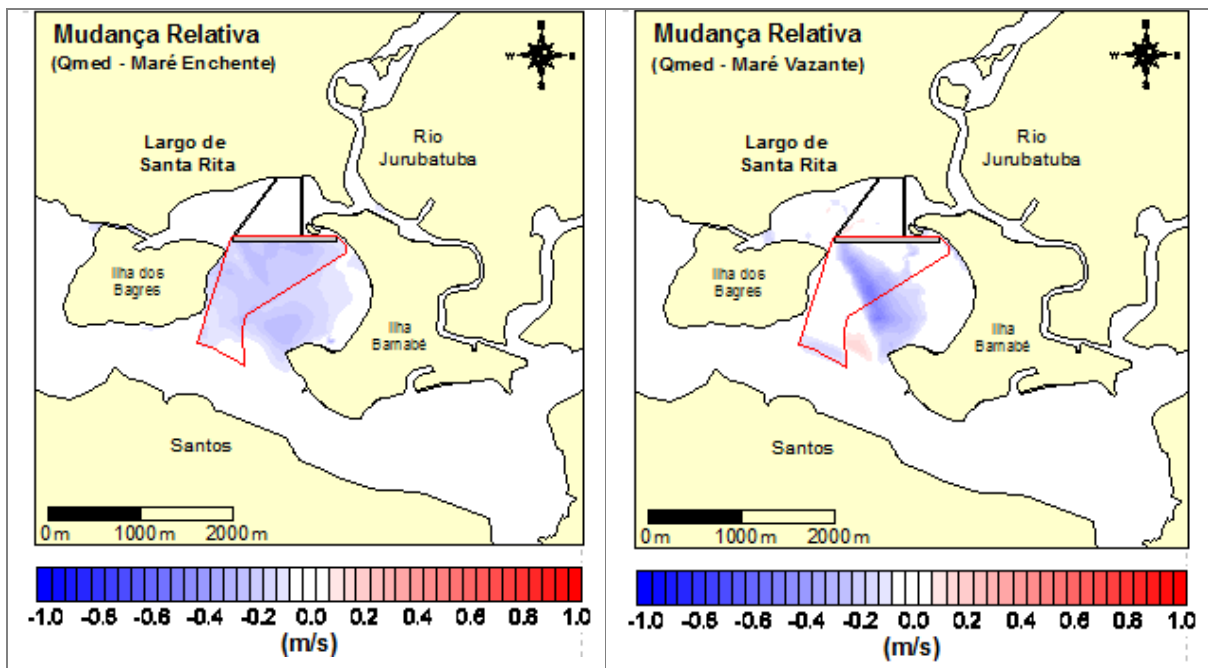
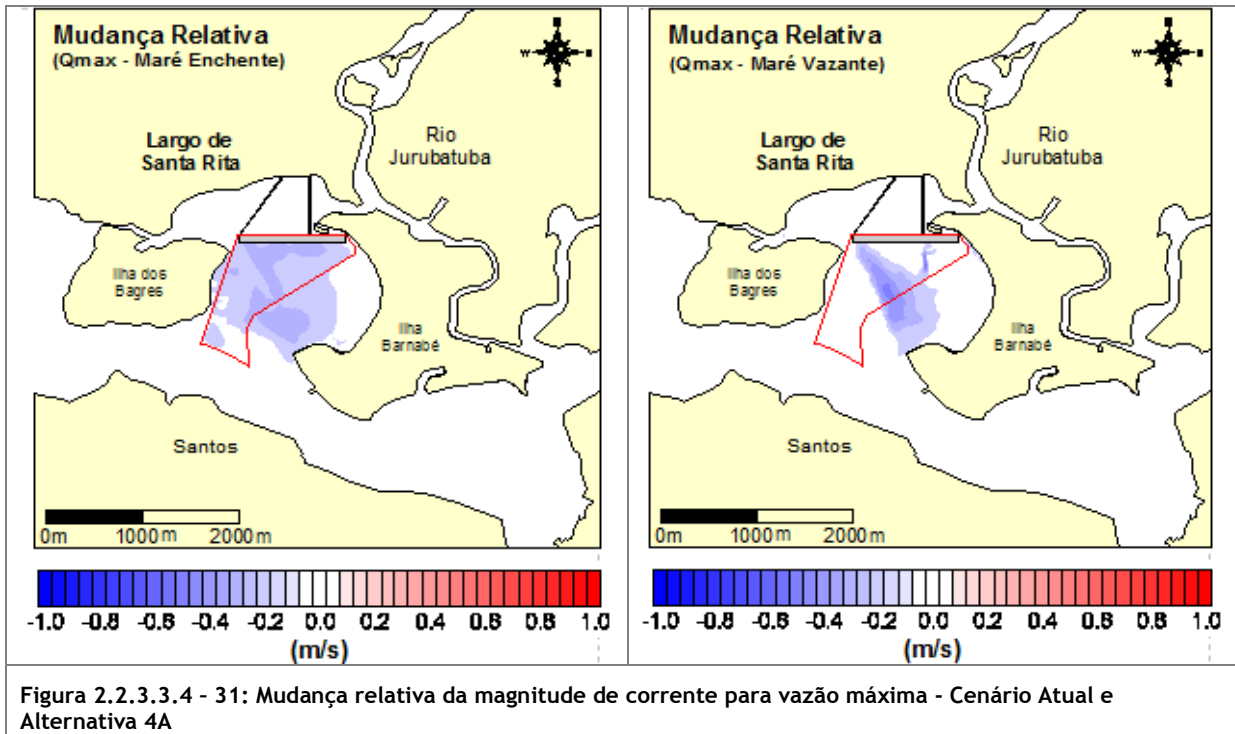


Figura 2.2.3.3.4 - 30: Mudança relativa da magnitude de corrente para vazão média - Cenário Atual e Alternativa 4A



A.10. Alternativa 4B

A Alternativa 4B considera o canal de navegação com 15m de profundidade (polígono vermelho), píer de atracação da 4ª alternativa e aterro total da parte interna do cais de atracação (Figura 2.2.3.3.4 - 32).

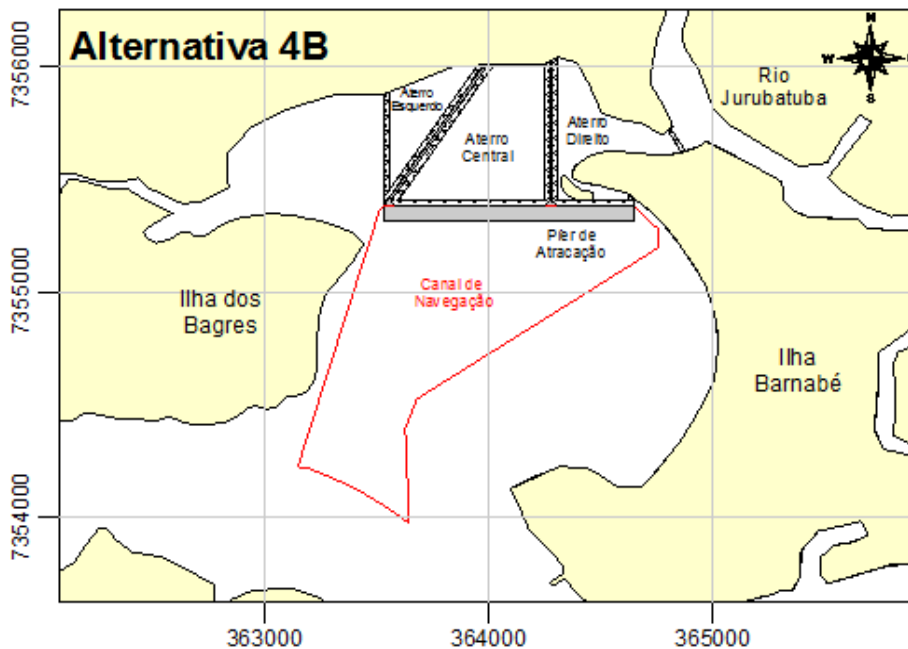
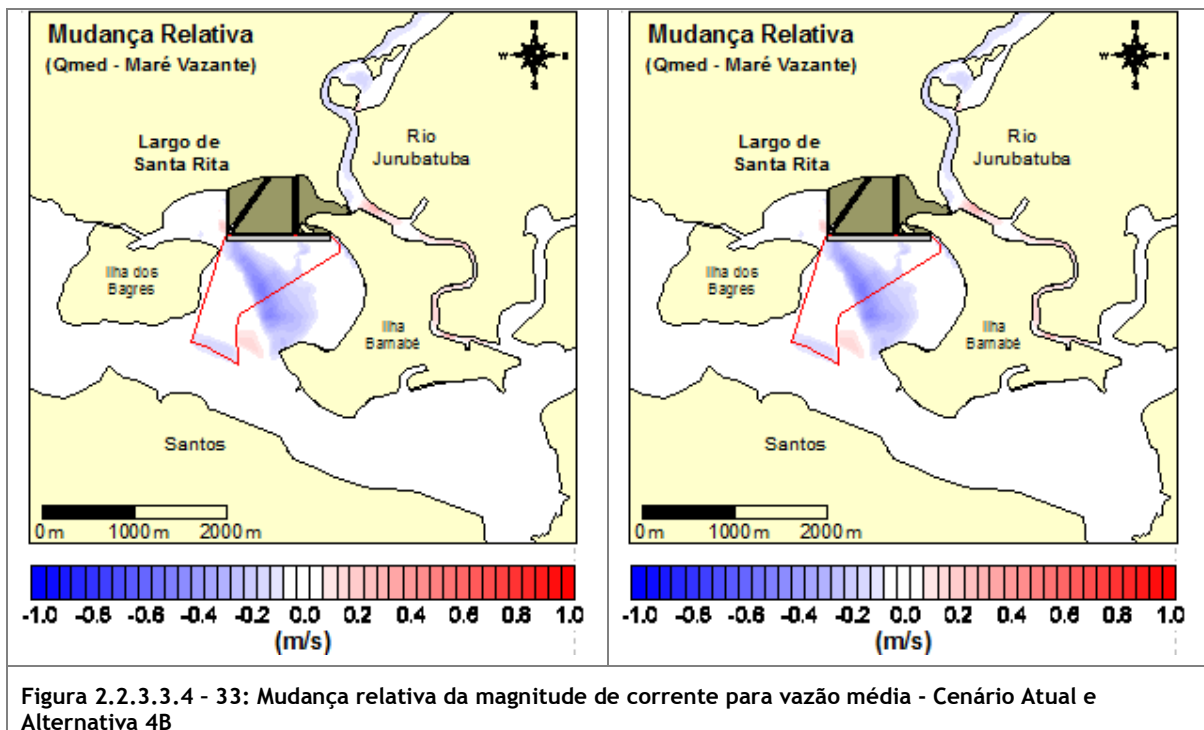


Figura 2.2.3.3.4 - 32: Layout do canal de navegação, estruturas e aterro total presente na alternativa 4B

Como descrito nas alternativas 2C e 3C, os resultados mostram uma intensificação da magnitude de correntes no canal do rio Sandi, nas proximidades do enrocamento lateral, e uma diminuição de magnitude na área de estabelecimento do canal de navegação. Na condição de maré enchente, observa-se também uma diminuição da velocidade de correntes na porção superior do Rio Jurubatuba, enquanto que em vazão média também ocorre um aumento de magnitude ao longo do canal do Sandi, porém, com menor intensidade do que na região ao lado do enrocamento lateral.



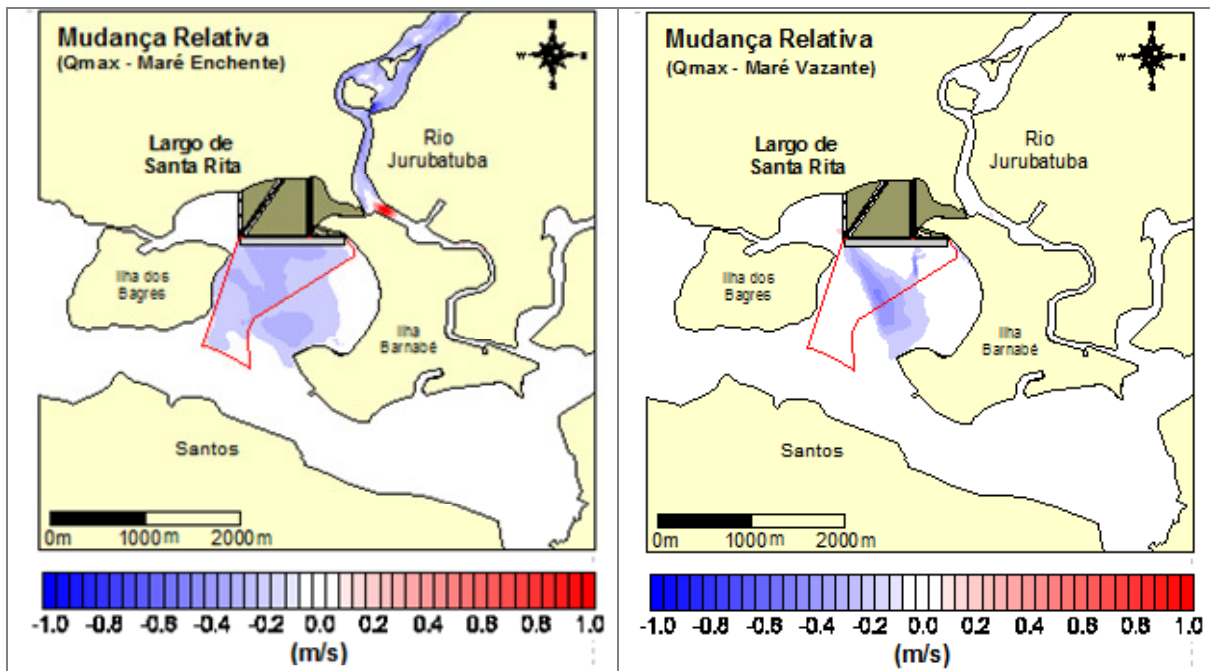


Figura 2.2.3.3.4 - 34: Mudança relativa da magnitude de corrente para vazão máxima - Cenário Atual e Alternativa 4B

B. TRANSPORTE DE SEDIMENTOS

Como complemento do estudo hidrodinâmico foram realizadas simulações de transporte de sedimento para os mesmos cenários. Modelagem computacional em padrões de transporte de sedimentos é geralmente reconhecida como uma ferramenta importante no entendimento e previsão de evolução morfológica da região costeira (Lesser et. al. 2004).

Os fenômenos de transporte de sedimento são extremamente complexos, sendo quantificados em sua maioria por meio de fórmulas empíricas presentes nos modelos numéricos. Trata-se de um módulo do software Delft 3D que acopla-se ao módulo hidrodinâmico em função dos cálculos de transporte gerados por corrente. Os valores de transporte de sedimento são apresentados em $m^3/ano/m$, ou o volume transportado por ano de sedimento por unidade de comprimento. Este transporte é decorrente da dinâmica do fluido a sua volta, sendo responsável pelas alterações na morfologia (e.g. assoreamento, erosão de canais), os quais por sua vez influenciam a dinâmica do fluido em um processo de retro-alimentação. Os padrões de transporte serão discutidos para cada alternativa em condição de vazão média, considerando cerca de 26 ciclos de maré por ano.

A composição do sedimento do Largo de Santa Rita foi dividido em duas frações de acordo com dados coletados em campo: areia e lama. A areia é descrita como um sedimento não coesivo, ou seja, não há força de coesão entre as partículas. Em contrapartida a lama composta de silte e argila apresenta coesão entre as partículas em função da presença de uma carga eletrostática típica destes minerais. Portanto, as equações que governam o transporte de areia e lama são distintas e foram resolvidas separadamente. No final, o transporte é expresso em relação à soma das duas frações.

Na condição atual foram observados valores significativos de transporte na região de acesso entre o Rio Jurubatuba e o Largo de Santa Rita, bem como na região da curva do canal natural em função do gradiente batimétrico (Figura 2.2.3.3.4 – 35). O mesmo processo ocorre na região da desembocadura do Rio Jurubatuba, onde um gradiente de profundidade e diminuição da secção transversal ocasiona um aumento significativo da velocidade de corrente, resultando em transporte. O mesmo padrão se observa com implantação da alternativa 1 (Figura 2.2.3.3.4 - 36), porem dado o aprofundamento da região do canal original só observamos transporte no largo no delta de maré vazante formado pelo Rio Jurubatuba, mais intenso que a situação atual em função de um aumento na velocidade de corrente dado o efeito do talude de dragagem.

Devido aumento na magnitude de corrente na extrema esquerda do píer de atracação com a implementação da alternativa 2A, ocorre uma zona de transporte na região posterior do píer em função da tentativa do alargamento do canal natural para que ocorra a conformação do escoamento (Figura 2.2.3.3.4 - 37). A magnitude deste transporte é da ordem de $18\text{m}^3/\text{ano}/\text{m}$. Nesta alternativa também irá surgir um gradiente de transporte na região do delta de maré vazante formado na região externa do canal de ligação entre o Largo de Santa Rita e o Rio Jurubatuba. Com a implementação do aterro parcial na alternativa 2B e o aumento da velocidade de corrente no canal formado entre o aterro e a Ilha Barnabé, irá surgir um foco de transporte nesta região, bem como na região interna do canal do rio Sandi (Figura 2.2.3.3.4 - 38). Ambos focos de transporte apresentam uma magnitude na ordem de $17\text{m}^3/\text{ano}/\text{m}$. Na alternativa 2C, com o aterro completo (Figura 2.2.3.3.4 – 39), o foco de transporte passa a ser representado somente na região interna do canal do rio Sandi, com uma magnitude de $18\text{m}^3/\text{ano}/\text{m}$.

A distribuição dos focos preferenciais de transporte na alternativa 3 e 4 (Figuras 2.2.3.3.4 - 40 a 2.2.3.3.4 - 44) são semelhantes aqueles observados nas variações da alternativa 2, porem com uma posição diferenciada em função do deslocamento das estruturas em direção a montante. A mesma semelhança se observa em termos de ordem de magnitude de transporte.

Vale salientar que em todas alternativas estudadas, bem como na condição atual, é formada uma zona de transporte de sedimentos na região da desembocadura do Rio Sandi e do rio ao seu lado.

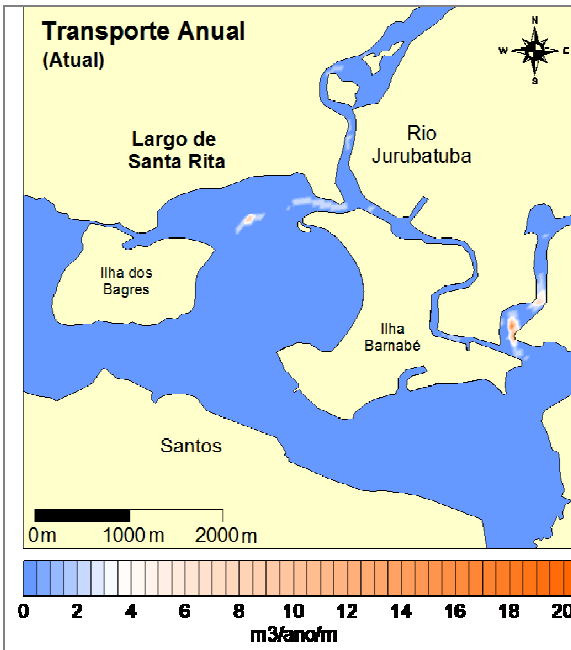


Figura 2.2.3.3.4 - 35: Magnitude de transporte de ambas as frações de sedimento nas proximidades do Largo de Santa Rita na condição atual

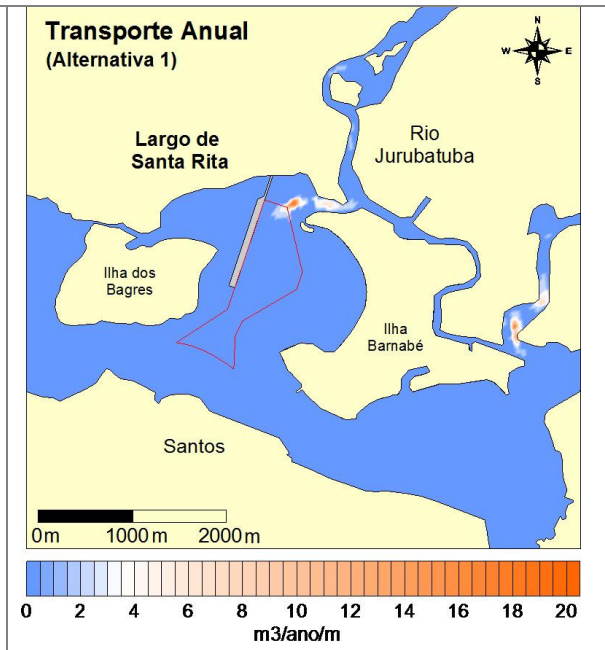


Figura 2.2.3.3.4 - 36: Magnitude de transporte de ambas as frações de sedimento nas proximidades do Largo de Santa Rita com a implantação das obras da alternativa 1

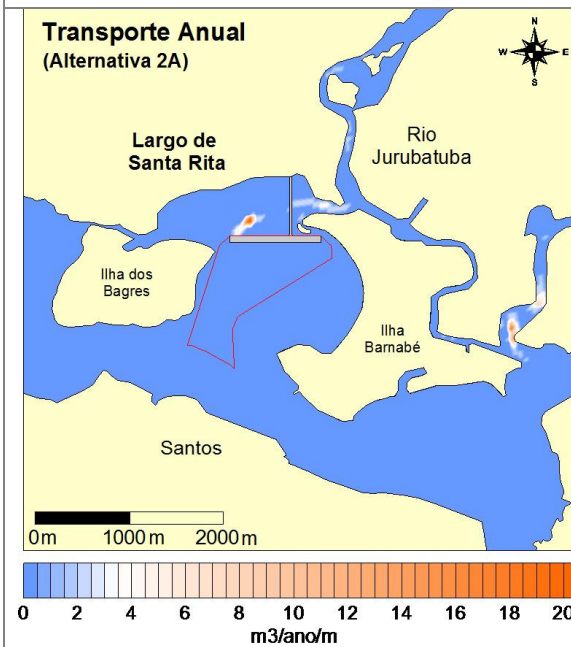


Figura 2.2.3.3.4 - 37: Magnitude de transporte de ambas as frações de sedimento nas proximidades do Largo de Santa Rita com a implantação das obras da alternativa 2A

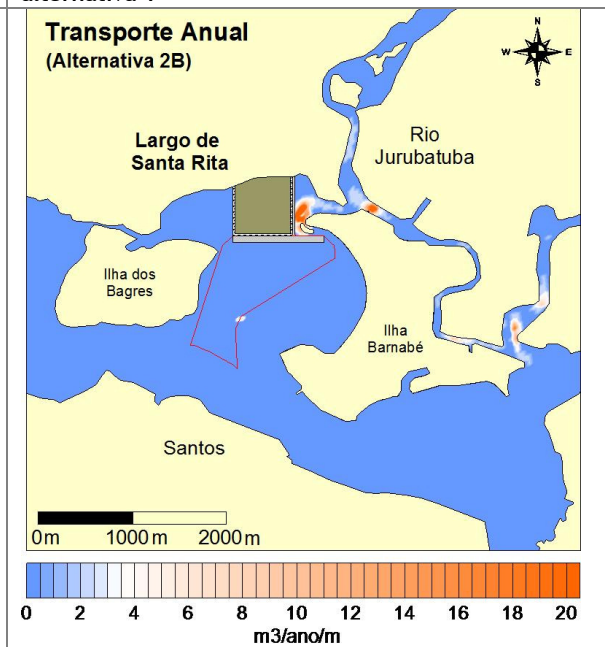


Figura 2.2.3.3.4 - 38: Magnitude de transporte de ambas as frações de sedimento nas proximidades do Largo de Santa Rita com a implantação das obras da alternativa 2B

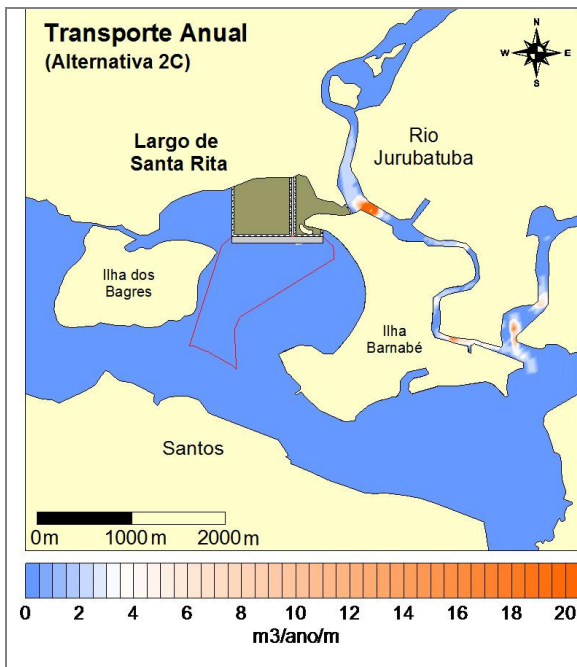


Figura 2.2.3.3.4 - 39: Magnitude de transporte de ambas as frações de sedimento nas proximidades do Largo de Santa Rita com a implantação das obras da alternativa 2C

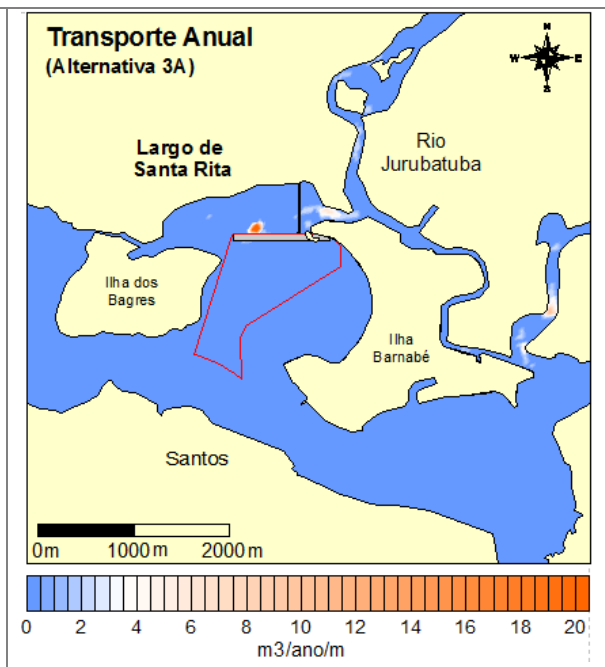


Figura 2.2.3.3.4 - 40: Magnitude de transporte de ambas as frações de sedimento nas proximidades do Largo de Santa Rita com a implantação das obras da alternativa 3A

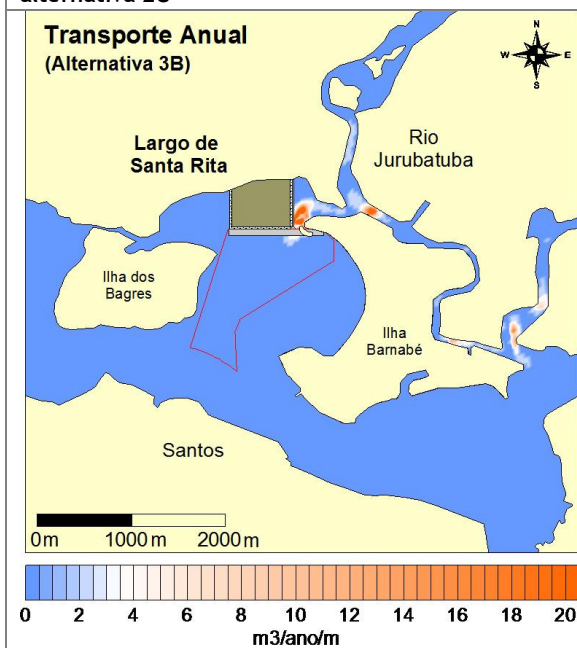


Figura 2.2.3.3.4 - 41: Magnitude de transporte de ambas as frações de sedimento nas proximidades do Largo de Santa Rita com a implantação das obras da alternativa 3B

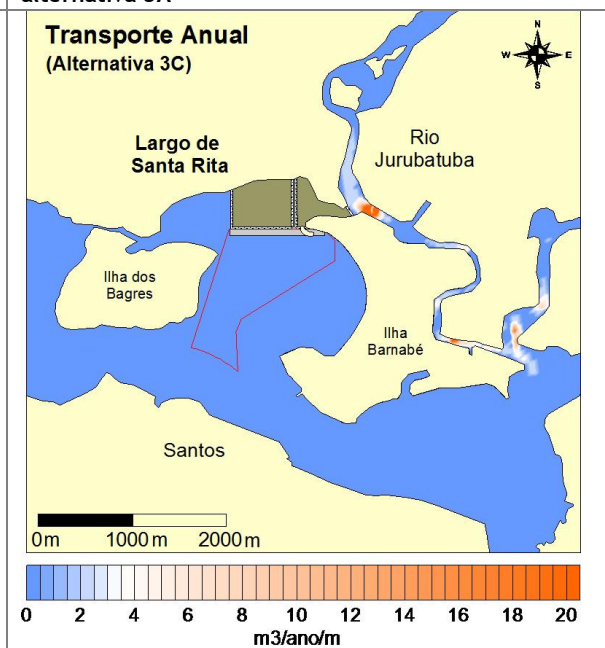
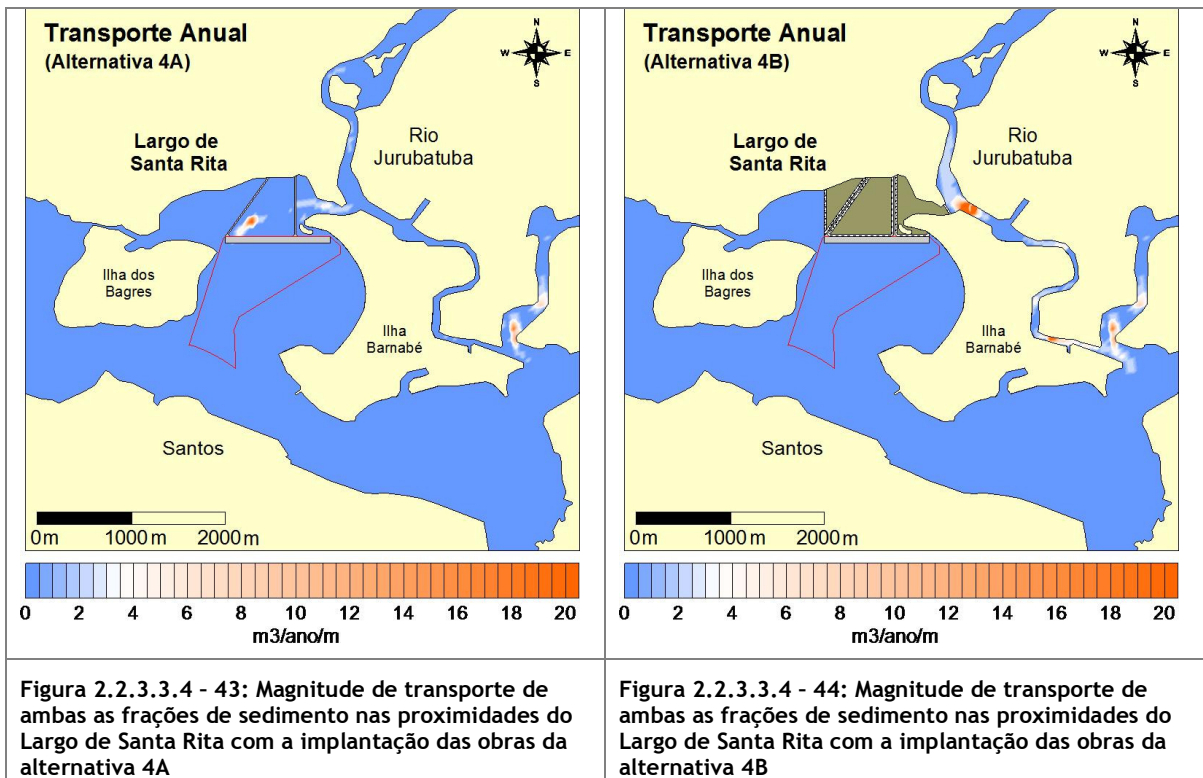


Figura 2.2.3.3.4 - 42: Magnitude de transporte de ambas as frações de sedimento nas proximidades do Largo de Santa Rita com a implantação das obras da alternativa 3C



B.1. Impactos na Linha de Costa

A alteração do padrão atual de transporte de sedimentos, em decorrência das alternativas projetadas, está correlacionada com as alterações hidrodinâmicas no Largo de Santa Rita e nos rios Jurubatuba e Sandi. Assim, as áreas onde ocorre um incremento nos valores de velocidade de corrente estão sujeitas a transporte de sedimentos. Por outro lado, áreas onde a velocidade diminui estarão sujeitas ao depósito sedimentar. As alterações morfológicas decorrentes destes processos de erosão e acresção impõem uma nova condição hidrodinâmica no local que pode a curto, médio ou longo prazo, promover modificações na atual linha de costa.

Os fluxos hidrodinâmicos promovem o transporte de sedimentos no ambiente resultando em mudanças morfológicas ao longo do tempo. Se estas mudanças forem progressivas a ponto de modificar significativamente a topografia do fundo, as características das condições de contorno do ambiente, que promovem o padrão hidrodinâmico e sedimentar do local, serão alteradas e os fluxos se ajustarão naturalmente de acordo com o novo perfil morfológico. Assim, ocorre um ajuste mútuo da topografia e da dinâmica dos fluidos envolvidos no transporte de sedimentos.

Os resultados das simulações morfodinâmicas mostraram alterações na linha de costa após 1 ano de implantação das alternativas estudadas.

C. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em todas as alternativas estudadas ocorreu uma diminuição das velocidades de corrente na área do canal de acesso e bacia de evolução projetadas. As alternativas sem aterros hidráulicos (1, 2A, 3A e 4A) não causam impactos hidrodinâmicos nos rios Jurubatuba e Sandi. As alternativas com aterro

parcial (2B e 3B) mostram um aumento na velocidade das correntes da ordem de 0,7m/s entre o aterro e a Ilha Barnabé, no Rio Sandi. Da mesma forma, as alternativas com aterro total no interior do píer de atracação (2C, 3C e 4B) mostram um incremento nas velocidades das correntes no rio Sandi.

A alteração do padrão atual de transporte de sedimentos, em decorrência das alternativas projetadas, está correlacionada com as alterações hidrodinâmicas no Largo de Santa Rita e nos rios Jurubatuba e Sandi. Assim, as áreas onde ocorre um incremento nos valores de velocidade de corrente estão sujeitas a transporte de sedimentos. Por outro lado áreas onde a velocidade diminui estarão sujeitas ao depósito sedimentar. As alterações morfológicas decorrentes destes processos de erosão e deposição impõem uma nova condição hidrodinâmica no local que pode promover a curto, médio ou longo prazo modificações na atual linha de costa e áreas submersas.

Devido à diminuição da velocidade no canal de navegação e bacia de evolução projetados, estes locais estarão sujeitos a deposição de sedimentos, influenciando diretamente na manutenção da profundidade destas áreas. De acordo com os resultados obtidos neste estudo, a principal fonte de sedimentos do Largo de Santa Rita esteja relacionada à contribuição do Rio Jurubatuba, corroborado, inclusive, pela presença de um delta de maré vazante bem pronunciado nas proximidades desta desembocadura. Assim, as alternativas com aterro total (2C, 3C e 4B) favorecem a manutenção deste canal, já que a ligação entre estes ambientes será fechada. Contudo, esta configuração pode proporcionar estagnação da circulação no interior do largo e, como se trata de um ambiente estuarino com a presença de mangues, é provável que ocorra também contribuições de sedimentos a partir destes ambientes.

No cenário sem aterro os resultados indicam a ausência de impacto nas linhas de costa ou seção transversal dos rios Sandi e Jurubatuba. A diminuição da velocidade das correntes no Largo de Santa Rita irá acarretar em maior trapeamento de sedimentos fluviais (sedimentação) durante eventos de alta pluviosidade no Largo de Santa Rita. Isto acarretará em uma necessidade de dragagem de manutenção da Bacia de Evolução do Terminal Brites e provavelmente em uma diminuição da necessidade de dragagem de manutenção do canal do porto organizado, especificamente no trecho em frente ao Largo de Santa Rita.

Nos cenários de aterro parcial, parte da vazão é direcionada para o Rio Sandi. O aumento da velocidade do Rio Sandi indica que a seção transversal do mesmo tenderá a se ajustar às novas condições hidrodinâmicas através de alargamento ou aprofundamento. Portanto o impacto potencial incluirá uma erosão inicial no Rio Sandi e no Pontal Noroeste da Ilha Barnabé, uma diminuição do aporte de sedimentos para o Largo de Santa Rita e um aumento no aporte de sedimentos no final do Rio Sandi, na zona de confluência entre os Rios Sandi, Diana e Canal da Bertioiga.

Nos cenários de aterro total, o aporte de sedimentos fluviais irá ser totalmente desviado para o Rio Sandi, o que irá reduzir fortemente a necessidade de dragagem de manutenção do terminal de Brites e no canal do porto organizado, no trecho em frente ao Largo de Santa Rita. O Rio Sandi irá sofrer uma erosão inicial, uma vez que a seção transversal tenderá a aumentar em área através de aprofundamento ou alargamento, em resposta às novas condições hidrodinâmicas. O aporte de

sedimentos no final do Rio Sandi, na zona de confluência com o Rio Diana e Canal da Bertioiga, tenderá a aumentar. Os efeitos ao longo do Rio Sandi são mais intensos nos cenários de aterro total que nos cenários com aterro parcial.

Diante do exposto, a alternativa de layout escolhida será a 4A, já que é aquela que causará os menores impactos no meio ambiente.

O relatório completo, intitulado “Simulação hidrodinâmica e de transporte potencial de sedimentos na região do largo de Santa Rita – Estuário de Santos – SP”, apresenta todos os cenários modelados e as demais informações sobre o modelo está no Anexo 2.2.3.3.3 – 1.

2.2.4. Alternativas de Acessos Rodoviários

O presente item tem como objetivo apresentar as alternativas de traçado viário que estão sendo estudadas para a ZPR - Zona Portuária e Retroportuária prevista pelo Plano Diretor de Desenvolvimento e Expansão Urbana do Município de Santos, este estudo de alternativas de acesso se faz necessário diante da expansão portuária prevista para a região em estudo.

São apresentadas as rodovias que fazem a ligação indireta desta região ao restante do Brasil. Na seqüência expõem-se a descrição das alternativas de acesso e por fim são apresentadas as conclusões e recomendações.

Essa região é servida pelas rodovias Anchieta-Imigrantes (acesso à região da Grande São Paulo), a BR 101 (trecho Rio-Santos - litoral norte da baixada santista) e a SP 055 ou Piaçaguera-Guarujá.

A BR 101, com extensão total de 4.551km, percorre toda a costa atlântica do Brasil do estado do Rio Grande do Sul ao Ceará.

A SP 055 segue da divisa com o Estado Rio de Janeiro, no município de Ubatuba/SP, próximo a BR-101 até Pedro Barros, próximo a BR-116.

2.2.4.1. Descrição das Alternativas de Acesso

Diante do desenvolvimento previsto para a ZPR - Zona Portuária e Retroportuária do Município de Santos nos próximos anos, se faz necessária a implantação de uma via de acesso direto a esta região a partir da SP 055. Sendo assim, foram estudadas três alternativas de traçado que serão descritas nos itens subseqüentes. O layout que contempla estas alternativas encontram-se no Desenho 7460907SVA3, apresentado a seguir.

Para atender o volume de tráfego que demandará esta região está prevista, para todas as alternativas analisadas, uma via de pista dupla com 7,20m de largura cada e duas faixas por sentido, além de 2,50m acostamento em cada sentido, totalizando 19,40m.



Inserir Desenho 7460907SVA3 - O layout que contempla estas alternativas (Ver pasta Cartografia)

2.2.4.1.1. Alternativa 1

Na primeira alternativa, a via sentido Ilha dos Bagres segue o traçado da estrada de serviço existente. Essa alternativa contempla as alças de acesso aos outros empreendimentos existentes na região: aterro sanitário, pedreira, dentre outros previstos pela Prefeitura Municipal de Santos.

O primeiro trecho, do entroncamento com a SP 055 até desemboque do túnel previsto, teria a transposição com a ferrovia feita por um viaduto.

O segundo trecho corresponde ao um túnel sob o Morro das Neves.

O terceiro e último trecho seria do desemboque do túnel até as proximidades da margem do canal localizado entre os Largos do Caneú e de Santa Rita, em frente à Ilha dos Bagres.

Quase todo o traçado desta alternativa seria feito em uma área com cobertura vegetal significativa e terreno íngreme. Os principais impactos ambientais negativos potenciais decorrentes deste traçado seriam: a supressão da vegetação, inclusive de espécies vegetais de grande porte, da faixa de domínio da via; e a degradação do solo, já que serão necessários grandes movimentos de terra (corte e aterro) e desmonte de rocha para execução dos serviços de terraplenagem e de escavação do túnel.

Por outro lado, a implantação do trecho em túnel evita o desmatamento (que ocorreria somente no emboque e desemboque), gera material de empréstimo para aterro e diminui a intrusão visual da região.

2.2.4.1.2. Alternativa 2

O primeiro trecho, da SP 055 até a embocadura do túnel, prevê traçado em conformidade com o topografia local, o que reduzirá a movimentação de terra. Além disso, este trecho encontra-se em área livre de vegetação significativa. A transposição com a ferrovia seria feita por um viaduto.

O segundo e o terceiro trechos são os mesmos previstos na Alternativa 1, correspondem, respectivamente, ao túnel sob o Morro das Neves e à via entre o desemboque do túnel e a Ilha dos Bagres.

2.2.4.1.3. Alternativa 3

Para a terceira alternativa prevê-se um trecho da SP 055 até a Ilha dos Bagres (acesso existente) e uma ramificação próxima a ferrovia que seguirá paralelamente à ferrovia o entroncamento transposição com a ferrovia seria feita por um viaduto, e daí seguindo até o túnel, conforme apresentado nas alternativas anteriores.

As desvantagens desse traçado implicariam na supressão de manguezais e APPs do Rio Jurubatuba, além da necessidade de execução de aterro, grande volume de material de empréstimo e de outras obras de engenharia que poderiam alterar a hidrodinâmica deste curso d'água.

2.2.4.2. Alternativa de Acesso Selecionada

A avaliação de cada alternativa foi feita de maneira qualitativa a partir de imagens aéreas, mapas topográficos e observações em visitas a campo.

Com base na descrição de cada alternativa foi possível a elaboração de um comparativo entre as mesmas, de forma a avaliar preliminarmente, aquela mais viável principalmente em relação aos aspectos ambientais.

Na Alternativa 1 a movimentação de terra e o desmatamento serão consideravelmente maiores em relação às demais, já que o traçado localiza-se em encostas íngremes e cobertura vegetal significativa.

Na Alternativa 2 prevê-se um traçado adequado à topografia plana do local com aproveitando de uma extensão livre de vegetação.

O traçado da Alternativa 3 poderá prejudicar a drenagem natural da região já que está previsto em local de manguezal e onde existem diversos cursos d'água, além de necessitar de aterro e outras obras de engenharia.

Principalmente os traçados das Alternativas 1 e 3 podem contribuir para ocorrência de processos erosivos e assoreamentos.

O túnel, previsto nas Alternativas 1 e 2, apesar de seu custo elevado, é mais vantajoso na medida em que reduz a intrusão visual causada pela implantação da via, gera material de aterro e não degrada a vegetação local (somente no emboque e desemboque).

Sendo assim, com base no exposto anteriormente, considera-se a Alternativa 2 como a mais adequada, principalmente com relação aos aspectos ambientais, integrando inclusive futuros aproveitamentos portuários nessa região continental de Santos.

A implantação da citada alternativa de acesso deverá ser de responsabilidade dos poderes públicos (municipal e estadual) e deve contar com o apoio do empreendedor. É importante destacar que paralelamente aos estudos da SANTA RITA S.A para o Terminal Brites, a TPI S/A, sua controladora está desenvolvendo os estudos de Barnabé-Bagres, em consonância com a CODESP, e dentro deste cenário foi concebida a Alternativa 2, que além de atender toda a área prevista para futura expansão na margem esquerda – o Largo de Santa Rita ou Barnabé-Bagres, também foi dimensionado para atender os empreendimentos já existentes na região (como o Aterro Sanitário de Santos em operação) e aqueles em fase de planejamento no entorno, servindo ainda ao futuro aproveitamento das Zonas de Apoio ao Desenvolvimento Urbano definidas no Plano Diretor de Santos.

Este acesso é a conexão entre a nova área de expansão portuária com a SP 055 – o que exige a anuência e aprovação da ARTESP e da Concessionária Ecovias. Considerando as peculiaridades relacionadas à implantação desse acesso, o empreendedor iniciou entendimentos com o Governo do Estado de São Paulo e a municipalidade de Santos no sentido de definir um Termo de Cooperação Técnica visando a viabilização da implantação dessa obra, razão pela qual sua aprovação não é parte integrante deste licenciamento ambiental.

2.3. ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS

Sob o ponto de vista tecnológico, as alternativas consideradas referem-se à tipologia das cargas a serem movimentadas e as características que o Porto, sua retroárea e infraestrutura de apoio devem apresentar.

A análise das alternativas tecnológicas foi efetuada em função dos métodos construtivos e tecnologias disponíveis para sua implantação, mais especificamente com relação às alternativas de execução do aterro da retroárea e de dragagem (equipamentos e disposição de sedimentos).

2.3.1. Alternativas para a Execução do Aterro da Retroárea

Neste item será apresentado o estudo de alternativas onde serão discutidas as técnicas de execução de aterro para a implantação da retroárea.

O presente estudo tem como objetivo indicar, à luz das investigações geotécnicas realizadas em área adjacente, a melhor alternativa técnica/ambiental para execução do pré-adensamento do solo da área destinada à implantação do Terminal Brites.

2.3.1.1. Métodos Construtivos em Solos Moles em Retroáreas Portuárias

A Figura 2.3.1.1 – 1 apresenta alguns métodos executivos utilizados para solucionar ou minimizar os problemas de recalques e a estabilidade em retroáreas portuárias. Os métodos construtivos de aterros sobre solos moles contemplam o controle de recalques (aceleração ou redução) ou o controle da estabilidade do conjunto aterro e solo mole. Alguns métodos contemplam o controle de recalques, outros o controle de estabilidade, mas a maioria dos métodos contempla as duas questões.

A escolha do método construtivo mais adequado está associada a diversas questões, citando-se principalmente prazos construtivos e custos envolvidos. Restrições de prazo podem inviabilizar técnicas como a de aterros convencionais ou sobre drenos verticais, favorecendo técnicas de aterros estruturados ou de aterros leves os quais, entretanto têm custos elevados.

Restrições de espaço podem inviabilizar o uso de bermas particularmente no caso de vias urbanas. A geometria dos aterros e as características geotécnicas são fatores muito variáveis e a metodologia construtiva a ser adotada deve ser analisada para cada caso.

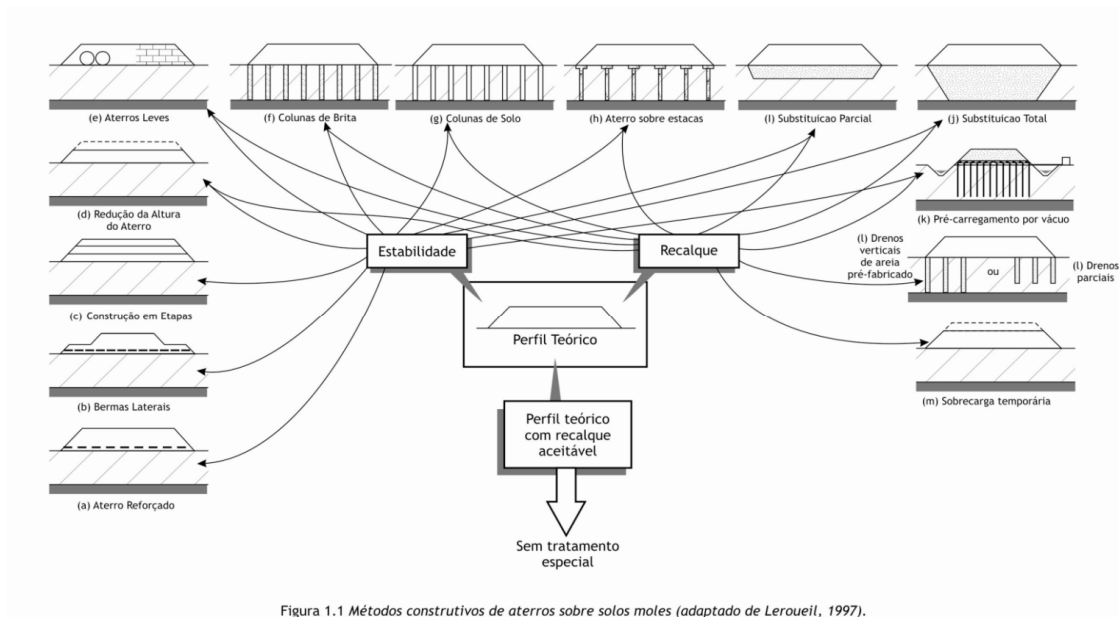


Figura 1.1 Métodos construtivos de aterros sobre solos moles (adaptado de Leroueil, 1997).

Figura 2.3.1.1 - 1: Métodos Construtivos em Solos Moles (adaptado de Leroueil, 1997)

A. Aterro convencional com sobrecarga

O aterro convencional é aquele executado sem dispositivos de controle de recalque ou de estabilidade. Entretanto, o mais comum é executar o aterro convencional com sobrecarga, cuja função é acelerar e compensar os recalques totais. A utilização da sobrecarga tem como benefícios aumentar a velocidade dos recalques e compensar os recalques secundários.

Neste método construtivo o prazo para estabilização dos recalques é muito elevado em função da baixa permeabilidade dos depósitos moles. Assim, deve-se avaliar a evolução dos recalques pós-construtivos com o tempo, para o planejamento das manutenções periódicas necessárias.

Como os taludes de aterros convencionais sobre solos moles são suaves, o seu dimensionamento vai depender do risco associado à ruptura do aterro. Em áreas sem construções próximas, é possível utilizar fatores de segurança mais baixos no dimensionamento dos taludes do aterro. Entretanto a existência de construções, canais ou estruturas viárias próximas, conduzirá à adoção de fatores de segurança mais elevados.

Uma das desvantagens deste método construtivo é o grande volume de terraplenagem associado a empréstimo e bota-fora. Quando os recalques estimados são alcançados a sobrecarga temporária é retirada e o material removido pode ser utilizado como aterro em outro local, mas a sobrecarga permanente é incorporada ao corpo final do aterro para a compensação dos recalques.

B. Aterros em Etapas, Aterros com Bermas Laterais e Aterros Reforçados

Quando a resistência não drenada das camadas superiores do depósito mole é muito baixa deve-se inicialmente avaliar a redução da altura do aterro. Esta redução pode, entretanto não ser viável devido à necessidade de uma cota de projeto acima da cota de inundação regional. Nestes casos, em função do baixo fator de segurança quanto à ruptura, pode não ser possível a execução do aterro

(com sobrecarga) em uma só etapa. A construção do aterro em etapas, permitindo o paulatino ganho de resistência da argila ao longo do tempo é então uma alternativa. A estabilidade deve ser verificada para cada alteamento e para esta avaliação é necessário o acompanhamento do desempenho da obra, através de instrumentação geotécnica e ensaios de campo para os ajustes necessários no projeto.

A utilização de bermas de equilíbrio é outra solução que pode ser adotada, para aumentar o fator de segurança quanto à ruptura. Quando há restrições ao comprimento das bermas ou para reduzir os volumes de terraplenagem são instalados reforços em geral com geossintéticos na base do aterro, com o objetivo de aumentar o fator de segurança e de melhor distribuir as tensões.

C. Aterros sobre Drenos Verticais

Os drenos verticais aceleram os recalques pela diminuição do percurso de drenagem da água. Os drenos verticais podem ser de areia ou pré-fabricados. Estes, também denominados de drenos fibroquímicos, consistem em um núcleo de plástico com ranhuras em forma de canaleta envolto em um filtro de geossintético não tecido, de baixa gramatura, conforme detalhe da Figura 2.3.1.1 – 2.

Nos aterros construídos sobre drenos verticais executa-se inicialmente a camada drenante, que tem também a função de aterro de conquista, seguida da cravação dos drenos e execução do corpo do aterro.

Em aterros de retroáreas a água que chega ao tapete drenante deve percorrer grande distância até o seu ponto de saída no aterro, e o gradiente hidráulico associado ao fluxo horizontal da água resulta na ocorrência de pressões elevadas na camada drenante, diminuindo a eficiência do sistema. Nesse caso, deve-se evitar que o percurso da água no tapete drenante seja maior do que 10m (Sandroni e Bedeschi, 2008), utilizando-se, no interior da camada de areia, drenos horizontais de brita envolta em geotêxtil não tecido, denominados de “drenos franceses” e também o bombeamento da água de poços de drenagem instalados no cruzamento dos drenos franceses.

A capacidade de descarga dos drenos, que em geral é verificada para os drenos longos, é função da área do dreno que é disponível para o fluxo. Esta área diminui com o aumento das tensões horizontais atuantes, do dobramento dos drenos decorrente de recalques da camada de argila mole nos drenos e com a introdução de partículas nos drenos.

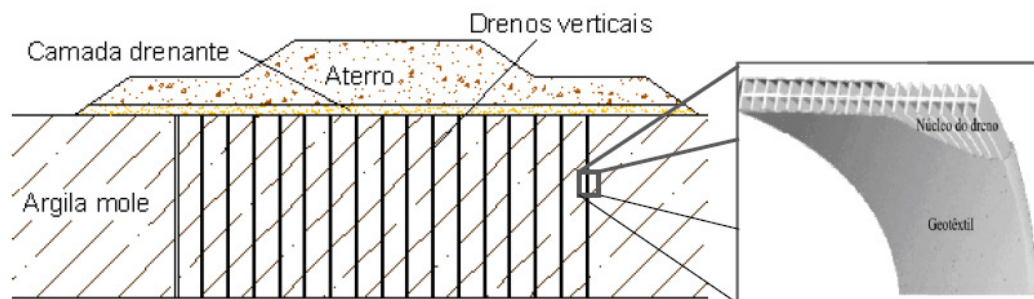


Figura 2.3.1.1 - 2: Esquema de um aterro com bermas de equilíbrio sobre drenos verticais.

D. Substituição de solo mole

A substituição de solos moles consiste na retirada total ou parcial destes solos utilizando-se dragas ou escavadeiras e a imediata colocação de aterro em substituição ao solo mole. Este método construtivo, utilizado em geral em depósitos com espessuras de solos compressíveis de até 4m, tem como vantagem a diminuição ou a eliminação dos recalques e o aumento do fator de segurança quanto à ruptura.

É possível realizar a escavação por nichos, o que torna o processo mais demorado e demanda o adequado planejamento da construção, com saída e entrada de material no canteiro concomitantemente.

O deslocamento de solos moles pode ser realizado com emprego de explosivos ou somente com o peso próprio do aterro. No último caso esta técnica é denominada aterro de ponta, a qual consiste no avanço de uma ponta de aterro em cota mais elevada que a do aterro projetado que vai empurrando e expulsando parte da camada de solo mole, através da ruptura do solo de fundação argilosa de baixa resistência, deixando em seu lugar o aterro embutido. A expulsão é facilitada pelo desconfinamento lateral e frontal do aterro de ponta (Figura 2.3.1.1 – 3). Este método construtivo pode ser utilizado na periferia da área de interesse formando diques e confinando então a área interna permitindo que o aterro nesta área seja executado com espessuras maiores.

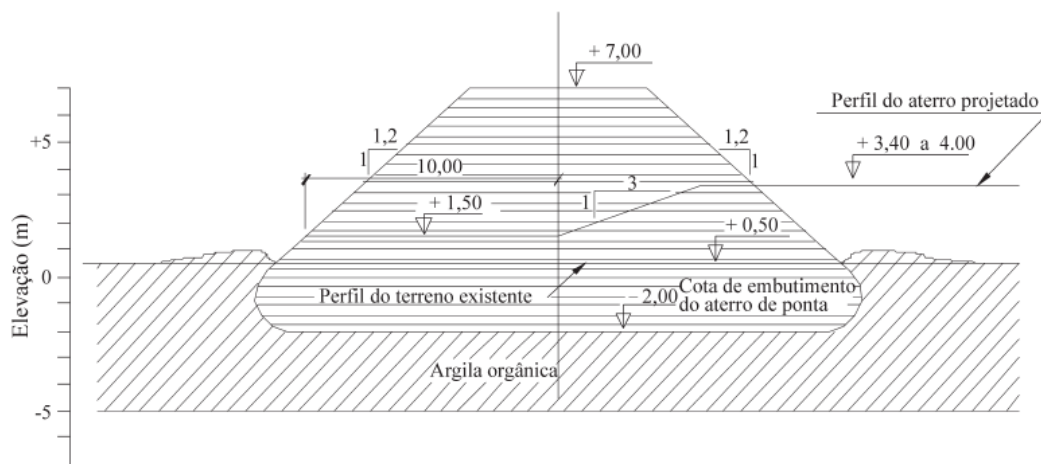


Figura 2.3.1.1 - 3: Metodologia executiva de aterro de ponta na periferia - Zaeyen et al., 2003.

No caso de utilização de cargas explosivas dentro do solo mole, o aterro é construído e quando as cargas são detonadas provocam a liquefação do solo mole que é expulso pelo peso do aterro que vai então ocupar o lugar do solo mole. Este método construtivo é pouco utilizado devido a impactos ambientais e restrições de uso em áreas urbanas.

Um exemplo de aterro de ponta são os aterros de conquista, que são executados para a conquista de áreas com baixíssima capacidade de suporte, com camada superficial muito mole ou turfosa e muitas vezes alagadas. Estes aterros são executados para permitir o acesso de equipamentos para execução de ensaios, cravação de estacas, cravação de drenos, tráfego de caminhões etc. Em alguns

casos, a resistência da camada superior é tão baixa que se torna necessário o emprego de geotêxtil como reforço inclusive abaixo do aterro de conquista (Almeida et al., 2008).

A magnitude de solo mole remanescente deve ser avaliada através de sondagens realizadas após a escavação. Caso haja solo mole remanescente em espessura maior que a desejável, deve-se aplicar sobrecarga temporária para a eliminação de recalques pós-construtivos.

Para depósitos moles com resistência não-drenada aumentando com a profundidade pode-se optar pela remoção parcial do solo mole, para que haja uma melhoria da segurança à estabilidade e diminuição da magnitude dos recalques. Entretanto, também neste caso é necessário avaliar os recalques pós-construtivos devido ao solo mole remanescente.

Uma desvantagem dos métodos de substituição e deslocamento é a dificuldade no controle de qualidade, pois não há garantia da remoção uniforme do material mole, o que pode causar recalques diferenciais. Outra desvantagem está associada aos elevados volumes de bota-fora e a dificuldade de sua disposição principalmente em áreas urbanas, já que se trata de material imprestável para reaproveitamento e que pode estar contaminado. Além disto, os taludes de escavação podem ser muito suaves analogamente a taludes de dragagem, e o desconfinamento do material mole pode afetar os vizinhos.

E. Pré-Carregamento por Vácuo

O pré-carregamento por vácuo consiste no uso concomitante das técnicas de sobrecarga e de drenos. Ou seja, instalado um sistema de drenos verticais (e horizontais) aplica-se vácuo neste sistema o qual tem o efeito de uma sobrecarga (hidrostática). O vácuo é aplicado através de um sistema de bombeamento associado aos drenos. Para impedir a entrada de ar no sistema e manter o vácuo, utiliza-se uma membrana impermeável de PVC que cobre toda a área e desce até trincheiras periféricas, garantindo a estanqueidade do sistema (Figura 2.3.1.1 – 4).

O sistema de bombeamento, capaz de bombear água e ar simultaneamente, é acoplado a um reservatório dentro do qual o vácuo é quase perfeito, da ordem de 100kPa. Quando o vácuo é aplicado, a poropressão do solo é reduzida, mas o valor da sucção medido sob a membrana é da ordem de 70 a 75kPa, equivalente a uma eficiência do sistema da ordem de 70-75%. O aumento na tensão efetiva do solo é correspondente a uma sobrecarga de um aterro convencional de aproximadamente 4,5m de espessura ou pode ser até maior que este valor já que não há diminuição da tensão total por submersão conforme ocorre nos aterros convencionais.

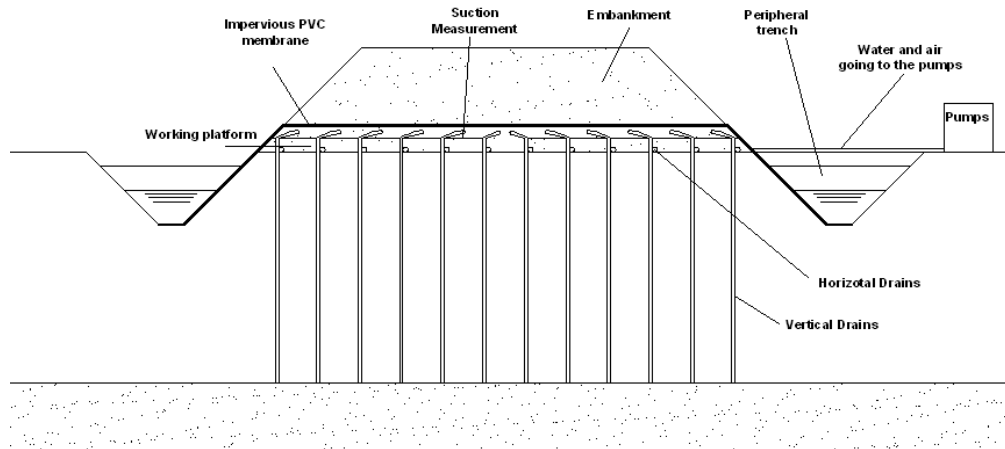


Figura 2.3.1.1 - 4: Esquema do princípio de pré-carregamento por vácuo (Marques, 2001)

Uma vantagem da técnica em relação ao aterro convencional é a impossibilidade de ruptura por instabilidade devido à aplicação do vácuo, já que o caminho de tensões devido à diminuição da poropressão fica sempre abaixo da linha de ruptura. Conseqüentemente, esta metodologia construtiva não requer bermas de equilíbrio, já que não há solicitações de cisalhamento nas bordas do aterro, e o pré-carregamento por vácuo pode ser executado em uma só etapa, acelerando o processo.

Quando os recalques previstos são alcançados as bombas são desligadas e não há necessidade de bota-fora, minimizando os volumes de terraplenagem. Quando for necessário um carregamento adicional pode-se utilizar uma sobrecarga adicional de aterro acima da membrana.

As dificuldades executivas ocorrem quando há lentes de areia atravessando a massa de solo a ser tratada, que pode impossibilitar o vácuo. Além disso, as bombas de aplicação do vácuo necessitam de instalação elétrica, manutenção periódica e segurança contra vandalismo, o que aumenta o custo da técnica.

F. Aterros Leves

A magnitude dos recalques dos aterros sobre camadas de solos moles é função do acréscimo de tensão vertical causado pelo aterro construído sobre a camada de solo mole. Portanto, a utilização de materiais leves no corpo de aterro reduz a magnitude desses recalques. Esta técnica, denominada de aterro leve, tem como vantagem adicional a melhoria das condições de estabilidade destes aterros permitindo também a implantação mais rápida da obra, diminuindo também os recalques diferenciais.

Dentre os diversos materiais leves disponíveis o EPS tem sido o mais usado, pois comparado aos demais materiais é o de menor peso específico e combina alta resistência e baixa compressibilidade. Por diversas razões os aterros leves não têm sido usados em retroáreas portuárias.

G. Aterros Estruturados

Os aterros denominados estruturados são aqueles que parte ou a totalidade do carregamento devido ao aterro é transmitida para o solo de fundação mais competente, subjacente ao depósito mole. Assim sendo, o aterro pode ser apoiado sobre estacas ou colunas dos mais variados materiais usando diferentes processos construtivos descritos abaixo, sendo a distribuição de tensões do aterro para estacas ou colunas feita através de uma plataforma com capitéis, geogrelhas ou lajes. Este tipo de solução minimiza ou praticamente elimina os recalques, além de melhorar a estabilidade do aterro.

O aterro convencional sobre estacas usa o efeito do arqueamento (Terzaghi, 1943) permitindo então que as tensões do aterro sejam distribuídas para as estacas. A eficácia do arqueamento aumenta com o aumento da altura de aterro, com conseqüente distribuição do carregamento para os capitéis e estacas (Hewlett e Randolph, 1988).

Uma evolução do aterro sobre estacas consistiu na incorporação do reforço de geogrelhas (Figura 2.3.1.1 – 5) permitindo a princípio o uso de estacas mais espaçadas. A geogrelha tem como funções principais:

- A separação do material do aterro do material natural;
- Distribuição e transmissão das cargas para as estacas que não foram transmitidas pelo efeito de arqueamento;
- Distribuição e transmissão das cargas horizontais provenientes do aterro para as estacas;
- Reforço da base do aterro.

Os capitéis podem ser das mais diversas formas, circulares, quadrados ou esféricos, e armados ou não. O formato ideal para o caso de reforço com geogrelhas é o que não apresenta arestas vivas.

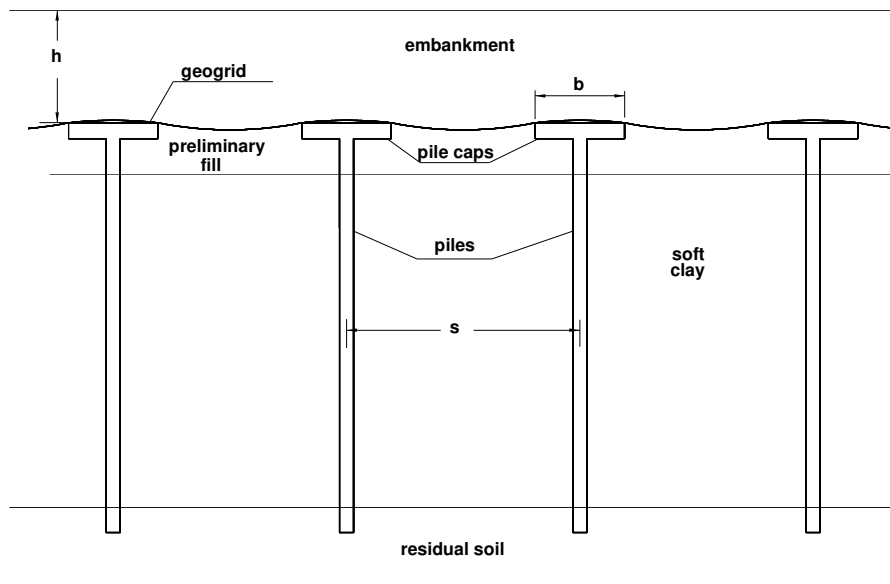


Figura 2.3.1.1 - 5: Esquema geral de um aterro sobre estacas reforçado com geogrelha (Almeida et al., 2008).

Uma vantagem deste método construtivo é a diminuição do tempo de execução do aterro, já que não há necessidade de aguardar a dissipação do excesso de poropressão e conseqüente mobilização da resistência na argila mole para o alteamento total do aterro, podendo este ser realizado em uma só etapa.

É fundamental que o carregamento horizontal nas estacas devido ao adensamento de aterros vizinhos ao aterro estruturado seja avaliado (Efeito Tschebotarioff). Mesmo vias de serviço executadas ao lado do aterro estruturado podem conduzir à ruptura das estacas e as obras que forem realizadas posteriormente ao aterro estruturado, devem ser dimensionadas de forma a garantir a integridade do aterro estruturado. Aterros estruturados têm sido adotados em rodovias, ferrovias e em outras aplicações, mas não em retroáreas portuárias.

Uma variante da técnica acima consiste em substituir a plataforma de geogrelha por laje armada e aterro acima desta. Esta metodologia construtiva tem sido usada em alguns casos de retroáreas portuárias com espessas camadas de aluviões.

H. Aterros sobre Colunas de Material Granular

O principal objetivo do tratamento por colunas granulares é produzir uma malha de colunas dentro da camada de argila que transmitam a carga do aterro à camada subjacente resistente. Por conseguinte, o método apresenta menores deslocamentos horizontais e verticais do aterro em comparação a um aterro convencional ou sobre drenos. As colunas granulares também promovem a dissipação de poropressões por drenagem radial, acelerando os recalques e também aumentam a resistência ao cisalhamento da massa de solo de fundação, permitindo a construção de aterros mais altos ou com maiores fatores de segurança (Almeida et al, 1985; Bergado et al., 1996).

Analogamente ao aterro sobre estacas, o aterro construído sobre colunas de material granular pode se beneficiar do efeito de arqueamento do solo de aterro e do efeito de membrana no caso da

instalação de geossintético na base do aterro, reduzindo assim as tensões transmitidas ao solo e conseqüentemente a magnitude dos recalques.

A técnica do uso de colunas de brita evoluiu com a utilização de equipamentos e tecnologias mais modernos. As primeiras referências a esta técnica citam a necessidade de cravação de camisa metálica através do solo mole até o solo resistente, com posterior retirada do solo do interior do tubo, inserção de brita e compactação por socagem de pilão em bate-estaca. Apesar da simplicidade e facilidade de aplicação, a coluna de brita executada dessa maneira tem baixa produtividade e falta de garantia de compacidade da coluna após a retirada da camisa metálica, principalmente quando da sua utilização em argilas muito moles, devido ao baixo confinamento lateral do solo sobre a coluna.

A instalação das colunas de areia/brita pode ser realizada por diversos processos, entre os quais citam-se:

- Tubo de ponta aberta: Executa-se um furo no terreno mediante a cravação de um revestimento em aço com ponta aberta, e após a limpeza do material que penetra no tubo, este é preenchido com areia inundada e removido simultaneamente. Tem como desvantagem a necessidade de disposição do material retirado do tubo e a necessidade de um equipamento com capacidade para introduzir e remover o tubo no solo.
- Tubo de ponta fechada: Um tubo com um tampão na ponta é cravado e o solo mole é deslocado. Em um processo semelhante ao da estaca tipo Franki, o tampão é uma bucha de brita, que é expulsa com pancadas do martelo e o revestimento é sacado simultaneamente ao preenchimento com material granular, logo, também, é necessário um equipamento com capacidade para introduzir e remover o tubo no solo.
- Vibro-substituição: é a técnica usada para melhorar solos arenosos com mais de 15% de teor de finos e solos coesivos, como siltes e argilas (Raju et al., 1998). As colunas de brita são instaladas no solo mole com o uso de um vibrador profundo, cujo processo executivo é apresentado na Figura 2.3.1.1 – 6, sendo:

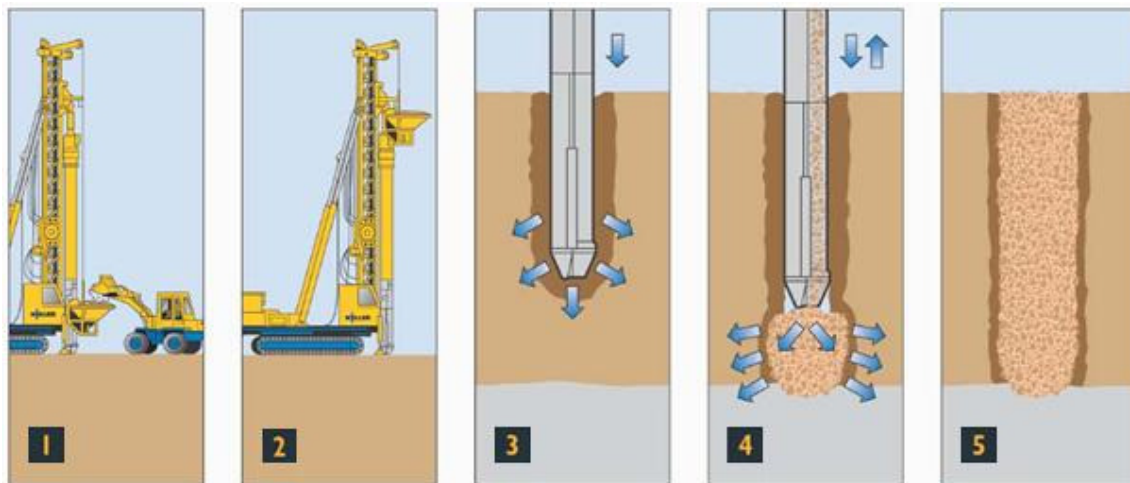


Figura 2.3.1.1 - 6: Sequência de execução de coluna de brita em solo mole saturado (McCabe et al., 2007).

- 1 - Posiciona-se o equipamento no local e carrega-se o silo com a brita;
- 2 - O silo sobe e descarrega a brita na câmara própria no topo do vibrador;
- 3 - O vibrador penetra o solo mole até a profundidade de projeto, através de vibrações, ar comprimido e esforço vertical para baixo (peso próprio do conjunto ou força mecânica);
- 4 - Na profundidade desejada, a brita é liberada e compactada por pequenos movimentos do vibrador para cima e para baixo;
- 5 - Com adição da brita necessária em cada estágio do processo construtivo, cria-se uma coluna de brita íntegra maior do que o furo inicial, intertravada e integrada ao solo circundante, atravessando a camada compressível.

O diâmetro da coluna formada com esta técnica depende das condições de confinamento do solo, geralmente variando de 0,70 a 1,10m (Raju et al., 2004), podendo chegar a 1,20m em solos extremamente moles (Raju, 1997).

A técnica, entretanto, possui limitações em solos muito moles, pois o menor confinamento lateral diminui a garantia da qualidade da compactação da coluna, exigida pela técnica. Para solos com resistência muito baixa pode ser necessário o encamisamento das colunas com geotêxtil para garantir o confinamento, aumentando custos e diminuindo a produção.

I. Metodologia de Confinamento de Material Dragado

Esta tecnologia permite a disposição de sedimentos, que podem ou não estar contaminados, a serem dragados com tratamento químico específico através de floculantes e coagulantes na própria linha de recalque sem o contato com o meio ambiente, e o posterior armazenamento em tubos de geotêxtil tecido a serem dispostos na área que servirá como aterro com a consolidação rápida e eficiente do material a ser dragado.

Cabe ressaltar que no presente caso, essa técnica está associada à necessidade de estruturação geotécnica da camada de aterro com os tubos geotexteis e não em função do confinamento de material contaminado.

Estas unidades de tubos de geotêxtil tecido são fabricadas em polipropileno de alta resistência que exerce, simultaneamente, as funções de contenção (retenção) dos sedimentos e de drenagem da

água livre, resultante do processo de dragagem e da filtração dos sólidos através do geotêxtil. O excesso de água decorrente do processo de dragagem é drenado através dos pequenos poros do geotêxtil, resultando numa desidratação efetiva e uma redução do volume de água. Esta redução de volume permite que cada tubo de geotêxtil tecido possa ser preenchido por bombeamentos sucessivos, até que o volume disponível seja quase inteiramente ocupado pela fração sólida existente nos sedimentos dragados. As Figuras 2.3.1.1 – 7 e 2.3.1.1 – 8 ilustram aspectos gerais do material e sistema descrito.

Os sedimentos serão dragados com alto volume de bombeamento e receberão adição de floculantes e coagulantes, visando a contenção dos sólidos, retenção de contaminantes e filtragem da água para o seu adequado retorno ao ambiente de origem.

A dragagem terá como premissa básica o funcionamento de 24 horas por dia e com uma vazão de 1.000m³/h, de forma a não haver interrupção no processo.

Após o ciclo final de enchimento e desidratação, o material sólido retido continuará a sofrer um processo de consolidação, por desidratação e evaporação da água residual, através do geotêxtil tecido que constitui as paredes dos tubos de geotêxtil (vide Figuras 2.3.1.1 – 9 e 2.3.1.1 – 10 ilustram aspectos gerais do material e sistema).

O correto dimensionamento dos tubos de geotêxtil depende de parâmetros que serão obtidos quando da execução de investigações geotécnicas na área do Terminal Brites, e são basicamente:

- Volume total de material a ser dragado, considerando as características de granulometria e qualidade;
- Peso específico dos diversos materiais existentes nas camadas a serem dragadas;
- Tipo e teor de contaminação das diversas camadas analisadas a serem dragadas;
- Teor de sólidos do material a ser dragado.

Observa-se que na área onde será construído o Terminal Brites existe cerca de 500.000m² que deverão ser pré-adensados.



Figuras 2.3.1.1 - 7 e 2.3.1.1 - 8: Ilustram aspectos gerais do material e sistema



Figuras 2.3.1.1 - 9 e 2.3.1.1 - 10: Drenagem e consolidação do material sólido retido nos tubos

2.3.1.2. Metodologia Construtiva Recomendada

A Tabela 2.3.1.2 – 1 resume as principais características e metodologias construtivas apresentadas neste estudo.

Indica-se também nesta Tabela, na cor azul, o conjunto de metodologias construtivas recomendadas de serem executadas conjuntamente para que se consiga minimizar os impactos ambientais associados, o prazo executivo e o custo de implantação, na obtenção dos recalques primários durante a fase de implantação do Terminal.

De forma a fazer face aos desafios construtivos de aterros sobre solos muito moles como o caso em questão, recomenda-se o uso concomitante de várias técnicas construtivas.

Tabela 2.3.1.2 - 1: Resumo das Alternativas de Metodologias Construtivas

Metodologias construtivas	Características	Aplicabilidade ao presente caso	Justificativa
Aterro simples convencional	Estabilização dos recalques é lenta; aplicável a camadas de argila pouco espessas	Não	Camadas muito espessas
Remoção da camada mole total ou parcial	Efícaz, rápido, grande impacto ambiental; aplicável a camadas de argila pouco espessas	Não	Camadas muito espessas
Aterro sobre drenos verticais com sobrecarga	Estabilização dos recalques é mais rápida do que aterro convencional, porém é mais oneroso que o aterro convencional	Sim	Solução mista, de baixo custo e usual na região, com o adendo que parte importante do material de aterro (enchimento) será com sedimentos dragados
Aterro com bermas laterais	Requer espaço lateral	Sim	
Aterro reforçado	Usado em geral em conjunto com outras técnicas (aterro convencional, aterro com drenos, aterro com sobrecarga).	Sim	
Aterro construído em etapas	Usado quando reforço e berma são insuficientes, longo prazo	Sim	
Aterro utilizando a técnica de confinamento do material dragado com tubos de geotêxtil	Usado quando necessita-se de material para o aterro em locais que podem ser otimizados o material dragado com o local a ser aterrado	Sim	
Aterro de material leve	Rápido, reduz recalques, bem mais oneroso que o aterro convencional	Não	Não tem sido aplicado em obras portuárias
Aterro sobre colunas granulares	Rápido, reduz recalques, melhora a estabilidade, mais oneroso que o aterro sobre drenos verticais	Não	Colunas muito longas e falta de brita suficiente na região
Aterros estruturados sobre estacas e plataforma de geogrelha	Rápido, reduz recalques, mais oneroso que o aterro sobre drenos verticais	Não	Não tem sido aplicado em obras portuárias, aplicação principal em rodovias e ferrovias
Aterros estruturados sobre estacas e plataforma de laje de concreto	Rápido, isento de recalques, mais oneroso que o aterro sobre estacas com capitéis e geogrelha	Não	Custo elevado

2.3.1.3. Aspectos Ambientais das Metodologias Construtivas Recomendadas

As metodologias construtivas recomendadas – representadas por aterro sobre drenos verticais com sobrecarga; aterro com bermas laterais; aterro reforçado; aterro construído em etapas, e aterro com confinamento do material dragado em tubos de geotêxtil – foram consideradas quanto aos aspectos ambientais envolvidos.

Foram contemplados, fundamentalmente, os aspectos ambientais relacionados à exploração de jazidas, áreas de bota-fora e transporte de materiais naturais de construção. Os aspectos geotécnicos, que constituem um dos principais fatores no estudo das metodologias construtivas, representados pelos recalques, escavações, estaqueamentos etc., já foram abordados no estudo das alternativas e podem ser considerados equivalentes nas metodologias avaliadas.

Os parâmetros ambientais utilizados na avaliação foram considerados de forma qualitativa, e o impacto sobre esses parâmetros, previsto para cada alternativa, foi classificado como Baixo, Médio

ou Alto, de forma relativa, por comparação entre as metodologias recomendadas. Os parâmetros considerados são descritos, resumidamente, a seguir.

A. Hidrodinâmica e navegação

Em todas as metodologias avaliadas, a dragagem dos sedimentos irá interferir sobre a hidrodinâmica do Largo de Santa Rita e com a navegação. Para as alternativas em aterro sobre drenos verticais com sobrecarga; aterro com bermas laterais; aterro reforçado, e aterro construído em etapas, o transporte para disposição final dos sedimentos dragados essa interferência será significativamente maior, pelo trânsito de dragas no estuário.

B. Jazidas e áreas de bota-fora

Esse parâmetro contempla os impactos provocados sobre a drenagem superficial das áreas a ser exploradas como jazidas de materiais naturais de construção e áreas de disposição temporária ou definitiva de sedimentos, e de bota-fora. Como impactos de natureza negativa, entende-se as alterações provocadas na dinâmica superficial, pela obstrução de canais, desvios e concentrações de fluxos de água, que levam à instalação de processos de erosão e assoreamento.

Também poderão ocorrer impactos negativos como recalques, rupturas pela fundação e rupturas nos taludes de pilhas de resíduos nas áreas de bota-fora, e rupturas de taludes de escavação nas jazidas e pilhas de materiais naturais de construção.

As alternativas em aterro sobre drenos verticais com sobrecarga; aterro com bermas laterais; aterro reforçado, e aterro construído em etapas envolvem a utilização de jazidas de materiais naturais de construção e áreas de bota-fora para a disposição de detritos vegetais e bota-fora das escavações para preparação de fundações e materiais de sobrecargas. Na alternativa de aterro com confinamento do material dragado em tubos de geotêxtil, o material dragado é utilizado na constituição do corpo do aterro, com pouca utilização de solo compactado.

C. Corpos-d'água e aquíferos

O impacto das alternativas sobre as águas superficiais e subterrâneas foi considerado com relação aos cursos-d'água eventualmente existentes nas áreas das jazidas de materiais naturais de construção e de bota-fora – irá ocorrer em razão de contaminações e turbidez provocadas por material em solução e suspensão – e sobre os aquíferos gravitacionais ou freáticos mais superficiais, quanto à possibilidade da presença de eventuais contaminantes nas águas geradas pelo aterro com confinamento do material dragado em tubos de geotêxtil.

A exploração de jazidas e a utilização de áreas de bota-fora também poderá impactar indiretamente o aquífero freático, por alterar as condições de infiltração e drenagem das águas superficiais, e do fluxo subterrâneo.

D. Qualidade do ar

Os efeitos sobre a qualidade do ar compreendem a produção de ruídos e sua poluição por gases e material particulado, a ser produzidos pelos equipamentos e veículos necessários aos trabalhos de

transporte e disposição de materiais naturais de construção das jazidas, resíduos em áreas de bota-fora e sedimentos dragados.

No âmbito da qualidade de vida e segurança da população, esses efeitos levariam a gastos sociais demandados pela toxicidade de gases produzidos, contaminação de aquíferos, e produção de ruídos, odores e acidentes, os quais irão se manifestar em todas as alternativas construtivas avaliadas, sendo mais intenso naquelas em que haverá necessidade de maior transporte de materiais pelas vias terrestres.

E. Vias públicas

Esse parâmetro contemplou as deseconomias geradas pelo intenso tráfego de veículos para o transporte, por via terrestre, de materiais naturais de construção e resíduos para áreas de bota-fora, representadas pela necessidade de sinalizações horizontal e vertical, e a limpeza e conservação das vias públicas.

Também foram considerados os eventuais acidentes com cargas, trazendo riscos à população e demandando medidas preventivas, emergenciais ou corretivas, de caráter ambiental.

F. Flora e fauna

Esse parâmetro contempla a vegetação e a fauna, em especial a avifauna, das áreas a ser exploradas como jazidas e bota-fora. Também abrange a fauna aquática representada, principalmente, pelos peixes e organismos bentônicos, e os impactos causados sobre sua biodiversidade e soterramento, pelo lançamento do material dragado no quadrilátero oceânico, nas alternativas de aterro sobre drenos verticais com sobrecarga; aterro com bermas laterais; aterro reforçado, e aterro construído em etapas.

Na Tabela 2.3.1.3 – 1 a seguir, é apresentada a avaliação qualitativa dos parâmetros ambientais descritos, por alternativa de metodologia construtiva estudada.

Tabela 2.3.1.3 - 1: Avaliação Qualitativa dos Impactos Ambientais das Metodologias Construtivas Recomendadas

Método Construtivo	Parâmetro Ambiental e Impacto Ambiental				
	Hidrodinâmica e Navegação	Jazidas e Áreas de Bota-fora	Corpos-d'água e Aquíferos	Vias públicas	Flora e Fauna
Aterro sobre drenos verticais com sobrecarga	Alto	Médio	Médio	Alto	Baixo
Aterro com bermas laterais	Alto	Médio	Médio	Alto	Baixo
Aterro reforçado	Alto	Médio	Médio	Alto	Baixo
Aterro construído em etapas	Alto	Médio	Médio	Alto	Baixo
Aterro com confinamento do material dragado em tubos de geotêxtil	Baixo	Baixo	Médio	Baixo	Baixo

A análise dos aspectos ambientais relacionados às alternativas de metodologias construtivas recomendadas indica que a construção do aterro por confinamento do material dragado em tubos de geotêxtil é a mais adequada do ponto de vista ambiental, pelo seu baixo impacto em relação aos

parâmetros contemplados. Deve ser ressaltado, ainda, que, o impacto sobre os corpos-d'água e aquíferos, avaliado como Médio para essa alternativa, estaria afeito, quase que exclusivamente, à eventual presença de contaminantes nos sedimentos dragados.

2.3.2. Alternativas de Projeto de Dragagem

O volume total de dragagem é de aproximadamente 15,4 milhões de m³, considerando a cota de 15m e estimado com base na memória de cálculo apresentada no Capítulo 5 (item 5.6.2). As alternativas de projeto de dragagem foram subsidiadas pelos seguintes estudos:

- Qualidade e características físicas e químicas do sedimento a ser dragado.
- Estudos de batimetria, sonar de varredura e sísmica.
- Simulação hidrodinâmica e de transporte de sedimento.
- Estudo de manobrabilidade de embarcações.
- Segurança à navegação durante as atividades de dragagem.
- Layout das estruturas marítimas (píer, acesso e bacia de evolução).
- Produtividade, cronograma e custos de execução.
- Disposição final dos sedimentos dragados.

2.3.2.1. Alternativas de equipamentos de dragagem

A atividade de dragagem consiste na escavação e remoção (retirada, transporte e deposição) de solo e rochas decompostas ou desmontadas (por derrocamento), submersos em qualquer profundidade e por meio de variados tipos de equipamentos (mecânicos ou hidráulicos) em mares, estuários e rios (Alfredini, 2005).

A seguir, são analisados os diversos tipos de dragagem e de equipamentos, nas situações onde os sedimentos a serem retirados apresentam qualidade adequada para o lançamento em águas marinhas, segundo as premissas legais, e quando há a necessidade de disposição especial.

Toda e qualquer alternativa de dragagem, transporte e disposição final de sedimentos contaminados envolve riscos e impactos ambientais de maior ou menor relevância para os meios físico, biótico e sócio-econômico. Todos esses efeitos podem, no entanto, ser previstos e quantificados e, em sua grande maioria, perfeitamente mitigados.

A remoção, transporte e disposição final de sedimentos dragados são os componentes principais do processo de dragagem, e envolvem a escavação dos sedimentos por método mecânico ou hidráulico, e seu transporte do local de dragagem até a área de disposição final. Todo esse processo pode envolver a interação de vários equipamentos como dragas, barças ou linhas de recalque (tubulação) para transporte até o local de disposição final. Também podem ser utilizados navios que

acoplem equipamentos de dragagem e barcaças ou cisternas para o armazenamento do material dragado, transportando o mesmo até o local de disposição final.

A disposição final pode ser no mar aberto, em sistemas estuarinos ou terra firme. A escolha das alternativas de equipamentos e dos locais de disposição final envolve uma grande variedade de fatores relacionados com o processo de dragagem, incluindo a aceitabilidade ambiental, as viabilidades técnica e econômica, devendo, necessariamente, atender a esses três aspectos.

Deve haver ampla compatibilidade entre a dragagem do sedimento, seu transporte e disposição final, e a proteção que se quer oferecer aos ambientes que poderão sofrer os efeitos desses processos.

A escolha do tipo de draga a ser utilizado depende de vários fatores, tais como: as características físicas do material a ser dragado, quantidade, profundidade da dragagem, distância entre a área de dragagem e a de disposição final, características do ambiente a ser dragado e daquele que receberá o material dragado, níveis de contaminantes no material, métodos de disposição final, urgência dos trabalhos a serem realizados, tipos de equipamentos disponíveis e, finalmente, os custos envolvidos.

A produtividade de cada método varia em função das características do local e do material a ser dragado, da coluna d'água e profundidade de dragagem, da distância do ponto de descarga, das condições de tempo e do mar e da intensidade do tráfego de navios.

2.3.2.1.1. Dragagem hidráulica

A dragagem hidráulica é a tecnologia mais conhecida e empregada no Brasil, tendo sido utilizada em todas as dragagens anteriormente realizadas no estuário de Santos. Existe, no mercado brasileiro de dragagem, uma série de navios e barcaças, das mais diversas dimensões e capacidades, aptos para realizar o trabalho. Com a abertura do mercado para as empresas estrangeiras, o contingente à disposição para a realização de trabalhos com os mais diversos graus de dificuldade se ampliou de forma significativa.

A dragagem hidráulica envolve um tempo de mobilização para o início de operação bastante curto. Apresenta alta capacidade e rendimento operacional, porém requer infraestrutura elevada.

Este tipo de dragagem utiliza bombas centrífugas para produzir força para escavar (com ou sem cortadores mecânicos) e para realizar o transporte hidráulico, através de tubulação até a superfície, e desse ponto até o local de disposição final ou até as barcaças que farão o transporte.

A. Draga de sucção e recalque (*Pipeline dredge*)

Dentre as vantagens deste tipo de draga (Figura 2.3.2.1.1 – 1) estão a habilidade de escavar a maioria dos materiais; bombear diretamente para o ponto de descarga; dragar continuamente e retirar alguns tipos de rochas sem explosão. Apresenta, contudo, limitada capacidade de trabalho em más condições de tempo e tem dificuldades em trabalhar com areia em locais com velocidades maiores de correntes. Além disso, a presença de entulhos no sedimento (tronco de árvores, pedaços de embarcações naufragadas, lixo etc.) reduz em muito a eficiência de remoção. A maioria das *Cutterhead pipeline dredges* não é autopropelida.

A tubulação que exige pode se tornar um sério fator de obstrução à navegação local e é limitada pela distância entre a dragagem e o local de disposição, podendo exigir a instalação de plataformas com bombas intermediárias para que o fluxo da linha de recalque seja mantido dentro de condições operacionais. No caso da dragagem a ser realizada no Largo de Santa Rita, a tubulação de recalque não afetará a navegação no Canal do Porto de Santos.

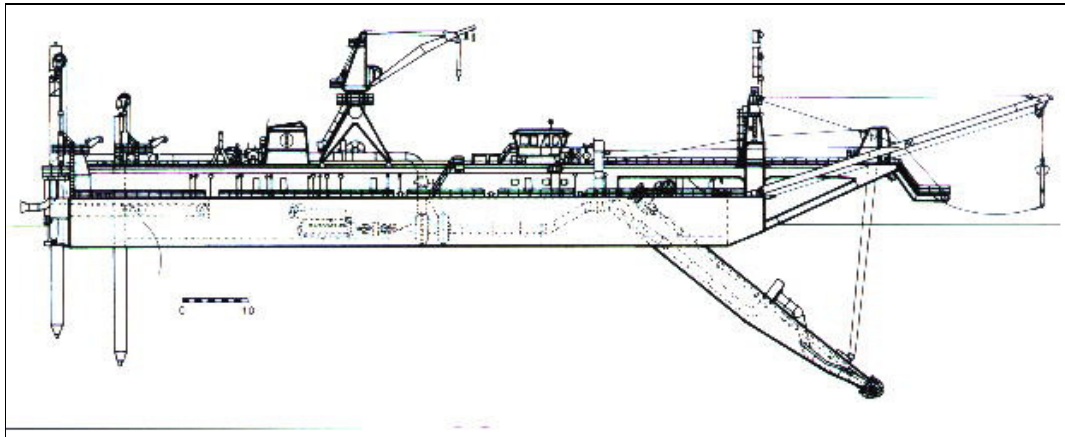


Figura 2.3.2.1.1 - 1: Desenho esquemático de uma draga de sucção e recalque com cabeça do tipo giratória e cortante.

B. Dragas auto-propelidas do tipo Hopper (Self-propelled Hopper dredges)

Essas dragas podem operar em condições de mar batido, com a vantagem de se moverem prontamente ao local de trabalho por seus próprios meios (auto-propelidas). A sua operação não interfere no tráfego marítimo e o trabalho progride rapidamente. São especialmente vantajosas se o projeto envolver o transporte do material dragado a longas distâncias, visto que transportam o material dentro de cisternas que podem variar de capacidade, dependendo do porte da embarcação. Apresentam limitações para trabalho em águas profundas devido à extensão dos braços de sucção e sua precisão da escavação é menor do que outras técnicas (Figura 2.3.2.1.1 – 2). Materiais muito consolidados podem ser problemas para este tipo de dragagem.

Para assegurar a otimização do enchimento da cisterna com o material dragado, promove o descarte (“*overflow*”) do material de densidade baixa no local de dragagem podendo formar plumas de sedimentos mais finos na água. Portanto, não é uma draga utilizada na forma convencional para dragagem de material contaminado.

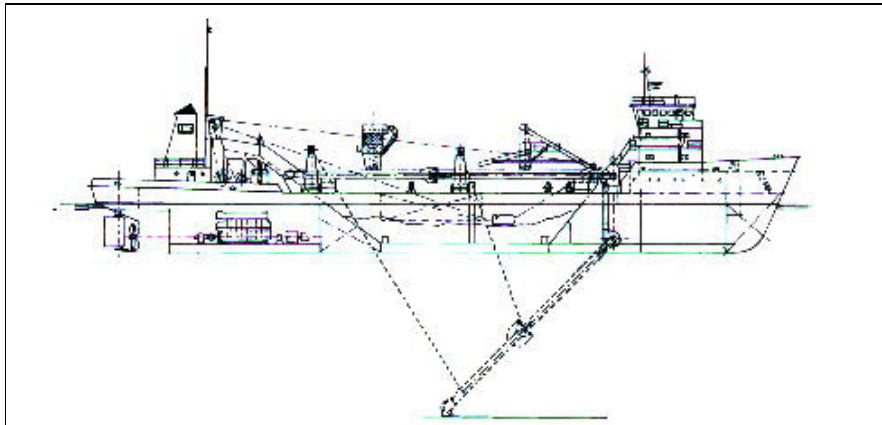


Figura 2.3.2.1.1 - 2: Desenho esquemático de draga do tipo *Hopper* auto-propelida.

Alguns equipamentos e procedimentos são desenvolvidos aplicados no sentido de reduzir os efeitos da dispersão de sólidos na coluna d'água durante a dragagem. Estes equipamentos são muitas vezes adaptações feitas nos equipamentos convencionais para atender a critérios ambientais específicos de certas dragagens, podendo estar ou não relacionados com sedimentos contaminados. Ambientes próximos a áreas a serem dragadas que, independentemente da qualidade do sedimento a ser dragado, não podem sofrer sedimentação (recifes de coral, por exemplo) exigem adaptações nas dragas do tipo Hopper para evitar ao máximo a turbulência no fundo e a ressuspensão de sedimentos na coluna d'água.

Avaliando a experiência de outros países, são citados equipamentos, por exemplo, com um tipo de vedação mecânica da ponta do tubo de sucção para reduzir a dispersão de sedimentos e, conseqüentemente, a turbidez. Outro contém um sistema que permite a recirculação de parte da água succionada na dragagem possibilitando a redução da vazão captada e uma maior concentração dos sólidos recalçados para a cisterna. Algumas dragas autotransportadoras mais modernas possuem a cisterna compartimentada com chicanas, para aumentar a capacidade de adensamento do sedimento. A redução do volume de líquido livre na cisterna, propiciada por estes dispositivos, oferece a possibilidade de minimização ou mesmo o não descarte do excesso de água ou *overflow*.

2.3.2.1.2. Dragagem mecânica

Vários tipos de dragas mecânicas são utilizados, sendo que as *Dipper dredges*, *Backhoe* (Figura 2.3.2.1.2 – 1) e *Clam shell dredges* são consideradas as mais comuns. Dragas mecânicas são robustas e capazes de remover materiais compactados e entulhos no sedimento, e têm a vantagem de poder operar em áreas apertadas, garantindo a eficiência do sistema de dragagem no caso do transporte do removido a longas distâncias. Em contrapartida, apresentam dificuldades em reter material fino nas caçambas, não dragam continuamente e necessitam controles adicionais quando trabalham com sedimentos contaminados.

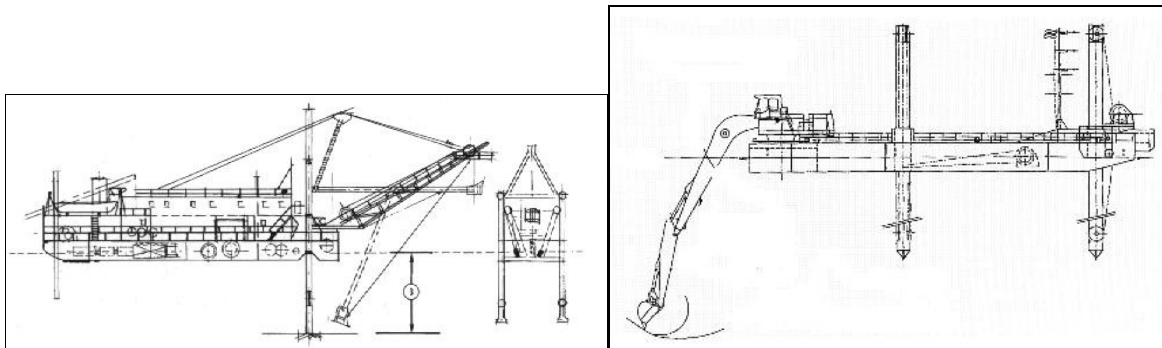


Figura 2.3.2.1.2 - 1: Desenhos esquemáticos de dragas mecânicas tipo *Backhoe* e *Dipper*.

A caçamba mecânica (*Clam shell*), apresenta as mesmas características de funcionamento da caçamba estanque e os mesmos requisitos e desempenho. A grande diferença está na sua não estanqueidade e nos impactos que causa por não reter adequadamente o material que remove. Em função desta desvantagem, foi substituída pela maioria das empresas que opera com preocupação ambiental.

As principais vantagens e desvantagens do sistema mecânico com caçambas estanques são:

- Obtenção de lama com elevada percentagem de sólidos.
- Baixa turbidez, provocada pela suspensão de sedimentos. Como o equipamento está montado sobre uma barça sem propulsão própria, que se movimenta com velocidades baixas através da operação de guinchos, não ocorre a turbulência natural provocada por propulsores marítimos. A concentração de sólidos em suspensão, provocada pela sua operação, é considerada pequena. O potencial de risco de acidentes é baixo.
- Sistema operacional complexo, porém de simples manuseio com um mínimo de peças móveis.
- Apresenta baixo rendimento de produção, sendo indicada apenas para pequenas áreas e volumes de sedimento a serem removidos.
- Requer grande infraestrutura, tal como pontão com pórtico, guincho, motores e tubulação, e calha para descarga em barça. O tempo de mobilização para iniciar a operação é alto, porque os equipamentos têm que ser fabricados ou adaptados aos existentes no mercado.

2.3.2.1.3. Dragagem pneumática

Os sistemas de dragagem pneumática em operação foram desenvolvidos pelos italianos e japoneses. O sistema italiano denomina-se *Pneuma* e o japonês, *Oozzer*. O equipamento da dragagem pneumática é constituído por três câmaras onde, intermitentemente e seqüencialmente, é expirado ar e inserido ar comprimido.

Na aspiração, a câmara em ação sofre um abaixamento acentuado de pressão, enquanto a câmara seguinte está sendo pressurizada. Uma válvula controla o fluxo de entrada do material dragado para a câmara de baixa pressão.

O sistema foi desenvolvido para a dragagem de sedimentos contaminados a médias e altas profundidades. A principal vantagem desse equipamento é a remoção de sedimentos com elevada percentagem de sólidos na mistura.

Ao contrário da sucção e recalque, nesta tecnologia o sedimento deve ser transferido para uma embarcação cisterna disposta a contrabordo do pontão que opera o sistema pneumático. Por exemplo, para o manuseio de câmaras com capacidade de 1.500m³ por hora, é necessário um pontão tipo barcaça de 28m de comprimento, 12m de boca e pontal de 2,5m.

O manuseio das maiores câmaras é executado por um pórtico fixado sobre o convés do pontão, acompanhado de cabina de controle, válvulas e reguladores de ar, compressores, guinchos de posicionamento e acionamento das câmaras, pontão e mangueiras de sucção e recalque.

As principais vantagens e desvantagens do sistema pneumático são:

- Requer infraestrutura elevada, como pontão com pórtico, guincho, câmara de vácuo, motores e tubulação;
- O tempo de mobilização para iniciar a operação é elevado, porque os equipamentos devem ser importados;
- Custo operacional alto;
- Obtenção de lama com elevada percentagem de sólidos (média de uma parte de água para quatro partes de sedimento ou mais na mistura);
- Baixa turbidez provocada pela suspensão de sedimentos. A concentração de sólidos em suspensão, provocada pela sua operação, é considerada pequena;
- O potencial de risco de acidentes é alto, devido a sua operação em pressões extremas, sendo seu potencial de impacto ambiental considerado médio a alto;
- Segundo especialistas em dragagem, o sistema pneumático opera bastante bem para volumes menores de dragados a elevadas profundidades. É um aparelho bastante adequado para sedimentos altamente contaminados e em áreas localizadas; e
- O equipamento é fabricado no exterior e deve ser importado.

2.3.2.2. Alternativas para a disposição de material dragado

O Estuário de Santos apresenta sedimentos com níveis variáveis de contaminantes decorrentes do lançamento pretérito de efluentes e da disposição inadequada de resíduos nas bacias contribuintes em toda a região estuarina. Essa contaminação, cujas principais fontes encontram-se atualmente controladas, constitui um passivo ambiental com reflexos na atividade portuária, por requerer a adoção de medidas especiais de dragagem e disposição do material dragado, dentro de condições seguras do ponto de vista ambiental.

O alijamento marinho do material dragado depende da qualidade dos sedimentos, sendo normatizada pela Resolução Conama 344/04, que regulamentou sua disposição em águas jurisdicionais brasileiras. O Porto de Santos e outros portos privados da região realizam suas dragagens de manutenção lançando os sedimentos dragados em um quadrilátero situado em mar aberto ao largo da baía de Santos. Este local, autorizado pela Marinha do Brasil para a disposição oceânica de materiais dragados, passou a ser utilizado a partir de 1996 sem restrições de caráter ambiental.

A partir de 2004, com o advento da Resolução Conama 344, os sedimentos dragados no Porto de Santos, que já vinham sendo monitorados quanto a sua qualidade, passaram a ter que atender à nova diretriz. Com base em dados de monitoramento, a Cetesb – órgão responsável pelo controle ambiental da dragagem no Estado de São Paulo – estabeleceu um limite máximo para o lançamento de material dragado, de 300.000m³ por mês. Paralelamente, a agência ambiental recomendou a realização de estudos de novas áreas de disposição onde as condições fossem mais propícias ao lançamento desse material, reduzindo os impactos decorrentes da dragagem.

No período de 2004 a 2007, o Porto de Santos apresentou uma acentuada tendência de expansão, com o surgimento e a ampliação de diversos terminais e houve a determinação do Governo Federal de realizar o aprofundamento do Canal de Santos para permitir a movimentação de cargas com embarcações de maior calado. Em decorrência desses fatos, a demanda por dragagens aumentou de forma expressiva, requerendo uma solução para a disposição dos sedimentos dragados. No final de 2007, três das empresas da região responsáveis por terminais de uso privativo em operação (USIMINAS e FOSFERTIL) e em implantação (EMBRAPORT) se uniram à CODESP, e realizaram a contratação dos estudos necessários ao estabelecimento de novas áreas de disposição oceânica de material dragado e de diretrizes de uso e monitoramento dessas áreas.

Dentro desse contexto, a disposição do material a ser dragado poderá envolver a adoção de mais de uma alternativa, em função, principalmente, da qualidade do material ou da possibilidade de sua utilização como material de empréstimo para a execução do aterro da retroárea (conforme apresentado no item 2.3.1 deste EIA).

A seguir, são apresentadas as alternativas técnicas usualmente adotadas, considerando as características do material a ser dragado.

2.3.2.2.1. Disposição oceânica

A disposição oceânica constitui a forma predominante de disposição de material dragado nos portos ao redor do mundo; excetuando-se os casos nos quais a contaminação dos sedimentos venha a pôr em risco o ambiente marinho.

A disposição de materiais dragados em mar aberto ou em “embaixamentos” é a tecnologia que tem sido praticada no país até hoje. Tem a grande vantagem de ser extremamente prática e a tecnologia para a sua realização estar disponível, existindo no mercado brasileiro de dragagem uma série de navios e barcas, das mais diversas dimensões e capacidades, aptos para realizar o trabalho.

Os locais para a disposição de materiais podem ser classificados como predominantemente dispersivos ou predominantemente não-dispersivos. Em locais dispersivos, o material pode ser disperso durante a sua disposição ou após, sendo levado do fundo pela ação das correntes e/ou das ondas. Em locais não-dispersivos, a maior parte do material tende a ficar nos locais onde foram depositados, formando montes submarinos.

A descarga e a dispersão dos sedimentos no mar pelas dragas são realizadas através da abertura de comportas ou de válvulas dispostas na quilha da embarcação. Os navios-cisterna geralmente efetuam o despejo do material em curso normal ou em marcha reduzida.

A deposição do material dragado acontece com a queda do material, sendo determinada pela gravidade e pela hidrodinâmica do local, comportando-se como uma nuvem concentrada ou jato que atinge o fundo. A Figura 2.3.2.2.1 – 1, a seguir, ilustra os diferentes tipos de lançamento em área marinha, decorrentes da dispersão e dos diferentes equipamentos de dragagem e de transporte de sedimentos até a região de descarte.

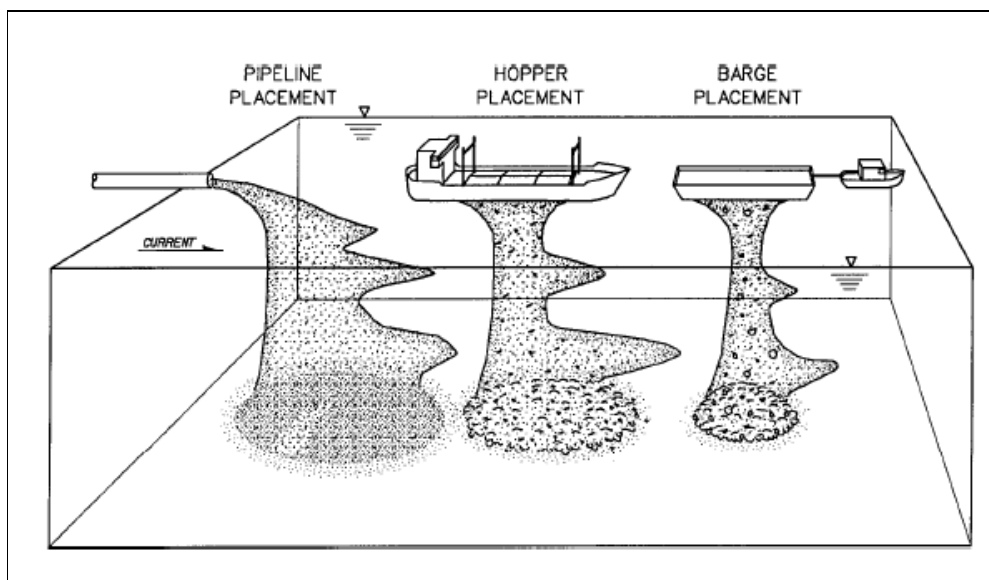


Figura 2.3.2.2.1 - 1: Características das plumas relativas a diferentes formas de depósito de material dragado (lançamento por tubulação de recalque, draga auto-transportadora e barcaças, respectivamente) (EPA/USACE, 2004).

2.3.2.2.2. Reutilização de material dragado

A frase “uso benéfico do material dragado” começou a aparecer em conferências sobre dragagens nos anos 1980, em resposta a Convenção de Londres – 1972 (*London Convention*), que considerava material dragado como resíduo.

O Protocolo de 1996 da Convenção de Londres reconhece que os materiais dragados vêm sendo crescentemente considerados como um recurso, não como um resíduo, e que o uso benéfico deve ser considerado como uma alternativa de destinação dos materiais dragados.

A gama de possibilidades de usos benéficos do material dragado é ampla e depende fundamentalmente das características físicas e químicas do material.

Os usos podem ser enquadrados como usos na construção civil, na agricultura, em obras de proteção costeira e em obras de proteção ambiental (Paipai, 2003).

Observando as faixas granulométricas em que os materiais se encontram, podem-se traçar as possibilidades de utilização dos mesmos:

- Rochas: as rochas são materiais de construção valiosos e, normalmente, não estão contaminadas. Podem ser usadas economicamente dependendo da quantidade e dos tamanhos. Ressalta-se que, as rochas oriundas das obras de dragagem dificilmente possuem uniformidade nos tamanhos e sua utilização dependerá além de suas características físicas, de uma separação granulométrica.
- Cascalhos e areias: geralmente são considerados os mais valiosos materiais oriundos de obras de dragagem. Podem ser usados na engenharia principalmente aterro, material de construção, engordamento de praias e bermas *offshore*.
- Argila e silte: normalmente precisam ser desidratados para que possam ser reutilizados, pois não oferecem estabilidade geotécnica. Normalmente, é a fração com maior possibilidade de contaminação e, por isso, seus usos benéficos são mais restritos.

A. Execução de aterros e recuperação de áreas

A disposição convencional do material dragado em terra é, normalmente, realizado no interior de barragens ou diques para minimizar o espalhamento do material e possibilitar o seu uso futuro.

Podem-se aproveitar áreas costeiras para a criação de faixas de terra. Neste caso, pode haver a necessidade da construção de uma barragem para proteger a face externa das áreas a serem criadas da ação de ondas e correntes. Para a construção desta barragem, pode-se utilizar o próprio material dragado, dependendo de suas características. A face exposta da barragem deve ser protegida por enrocamento ou blocos de concreto. Em estuários ou zonas abrigadas, pode não ser necessária a proteção externa da área a ser aproveitada, principalmente se o material usado para o preenchimento for suficientemente grosseiro para resistir à erosão (Góes, 2004).

A utilização final de áreas também depende da qualidade do material dragado utilizado no aterro. Quanto maior a granulometria, melhor será a qualidade do aterro e também as suas possibilidades de utilização. Os materiais mais finos requerem um tempo maior para sua drenagem e consolidação, e a resistência final do solo obtido pode ser baixa levando a uma utilização futura mais limitada. A utilização final destas áreas como uso industrial requer um material dragado com maior granulometria como areia, cascalho e rochas (Arts *et al.*, 1995). A mesma consideração vale para áreas retroportuárias.

B. Encapsulamento e ensacamento

A utilização de tubos geotêxteis é uma nova tecnologia disponível para a disposição, contenção e desidratação dos sedimentos dragados. Estes tubos são feitos de geotêxteis permeáveis de alta resistência com pequenos poros, que têm a propriedade de conter os grãos finos do material dragado e podem ser preenchidos com sedimentos finos, solos contaminados e rejeitos.

Os materiais são bombeados para o interior dos tubos, podendo ou não ser adicionados produtos de tratamento ou de aceleração de coesão entre as partículas. O excesso de água é drenado pelos pequenos poros do geotêxtil com a redução do volume contido. Após o ciclo final de enchimento e desidratação, o material pode continuar a consolidar por desidratação e evaporação da água residual através do geotêxtil.

Dependendo das características geotécnicas da área onde serão dispostos os tubos geotêxteis e/ou da qualidade dos sedimentos (contaminados ou não), esta técnica pode necessitar de infraestrutura adequada para contenção da água percolada, suporte geotécnico (camada drenante, bermas, diques etc), impermeabilização da área, dentre outros. Dependendo da qualidade da água drenada e do local de lançamento (corpos d'água, infiltração no solo, rede de esgoto etc), deve ser previsto o adequado tratamento e monitoramento, visando ao atendimento dos padrões aceitáveis para o lançamento.

2.3.2.2.3. Disposição de material contaminado

Conforme apresentado no Capítulo de Diagnóstico Ambiental – Meio Físico, os estudos técnicos desenvolvidos indicam que o material a ser dragado está apto à destinação oceânica, em função da caracterização dos sedimentos indicarem níveis compatíveis com essa alternativa e dentro dos padrões legais vigentes.

Em que pese essa caracterização, há que se considerar que, ao longo do desenvolvimento da atividade de dragagem, haverá um monitoramento ambiental sistemático da qualidade do material dragado, e que, caso venha a ser acusada a presença de contaminantes acima dos níveis legais, deverá ser adotada a alternativa ambientalmente mais adequada.

A. Disposição de material de dragagem em Unidades de Disposição Confinada - UDC (*Confined Disposal Facilities*)

O gerenciamento da disposição de material de dragagem nos Estados Unidos é coordenado pela Agência Ambiental Americana (USEPA) e o Corpo de Engenheiros do Exército Americano (USACE) que desenvolveram em conjunto, em 1992, o Escopo Técnico para a avaliação de opções de gerenciamento da disposição de material de dragagem (USACE/EPA, 1992). Este Escopo Técnico, revisado em 2004, é consistente com as leis aplicáveis no país (*Marine Protection, Research, and Sanctuaries Act* - MPRSA, *Clean Water Act* - CWA, e *The National Environmental Policy Act* - NEPA), e aborda a avaliação dos projetos de dragagem para fins de navegação envolvendo sedimentos contaminados, sendo sua abrangência técnica também aplicável para a avaliação das opções de remediação que envolvam a disposição de sedimentos provenientes de dragagem (USACE, 2000).

A disposição de material de dragagem em CDF (do inglês, *Confined Disposal Facility*) ou Unidades de Disposição Confinada (UDC) é uma das tecnologias mais utilizadas para o gerenciamento de sedimentos contaminados provenientes de dragagem nos Estados Unidos e em alguns países da Europa, a exemplo da Alemanha e Holanda. A disposição e o armazenamento confinado de material dragado em UDC é

uma alternativa ambientalmente adequada e financeiramente eficiente que soluciona o problema da disposição de material dragado contaminado (USEPA, 2005).

Na literatura especializada, a disposição em CDF é indicada o confinamento em terra ou na região entre marés, e nunca no ambiente subaquático. Essa disposição tem sido referenciada como *confined disposal facility*, *confined disposal area*, *confined disposal site*, *diked disposal site* e *containment area*, sendo mais correto o termo *confined disposal facilities* (CDF). A disposição subaquática é denominada de *contained aquatic disposal* (CAD).

Segundo o grupo responsável pelo gerenciamento de material dragado da região dos Grandes Lagos nos Estados Unidos e que fazem fronteira com o Canadá, o confinamento do material de dragagem que oferece um risco não aceitável para o ambiente é uma política federal reconhecida como necessária pelo Estado e governos locais (GLDT, 2003). Somente a região dos Grandes Lagos possui atualmente 43 UDCs, sendo 16 construídas em terra e 27 na água ou adjacente à costa. O Plano de Gerenciamento de Material Dragado do Porto de Nova Iorque e Nova Jérsei (*Dredged Material Management Plan - DMMP*) avalia uma série de opções para a disposição de material de dragagem, dentre as quais a opção de contenção em áreas previamente impactadas e próximas ao local de dragagem foi considerada a mais adequada (USACE, 2005). As UDCs são estruturas especializadas para receber material de dragagem contaminado, diferentemente dos aterros industriais (NCR, 1997).

A questão da aplicabilidade dos requisitos da lei RCRA – Subtítulo C (*Resource Conservation and Recovery Act*), que regulamenta os resíduos sólidos e resíduos perigosos nos Estados Unidos, às atividades de disposição de sedimentos provenientes de dragagem, principalmente em UDC, foi anteriormente um assunto controverso para a USEPA e USACE. No entanto, a USEPA publicou documentação (*Hazardous Waste Identification Rule 13*) que auxilia a evitar a duplicidade de regulamentação sobre os sedimentos altamente contaminados provenientes de dragagem e a pertinência quanto ao enquadramento destes sedimentos como resíduo perigoso. A questão técnica chave relacionada a esta exceção é o fato de que a drenagem ou água de retorno resultante de uma unidade de contenção em água ou em terra (uma UDC), lançada em águas americanas, é especificamente definida como uma descarga proveniente de material de dragagem. Desta forma a atividade é regulamentada e a avaliação dos impactos potenciais à água subterrânea e ar, e qualquer outra via de contaminação do ambiente por essas águas, pode ser tratada como parte do processo administrativo. A maioria das operações de disposição de material dragado em UDC é realizada por meio de sucção e recalque, resultando em grandes volumes de água que devem ser gerenciados quanto à sua qualidade (Palermo, 2000).

Uma UDC pode ser construída em terra, em áreas de transição entre ambiente aquático e terrestre ou como uma área confinada em ambiente aquático formando uma ilha e isolada do contanto com a água circundante. Na maior parte das UDCs em operação no mundo, o material de dragagem não sofreu nenhum tipo de tratamento prévio antes de sua disposição, pois estas unidades são construídas para conter e isolar o material dragado da região circundante. O diagrama da Figura 2.3.2.2.3 – 1, a seguir, mostra as diferentes alternativas para a disposição de material de dragagem que são adotadas nos Estados

Unidos sob a supervisão e controle da USEPA e USACE. O tamanho e o projeto das UDCs são específicos para cada situação, dependendo da localização, do tipo de sedimento, da natureza dos contaminantes, da quantidade potencial do material a ser disposto e de como a unidade será utilizada ou irá operar quando não mais receber material de dragagem (USEPA, 2005).

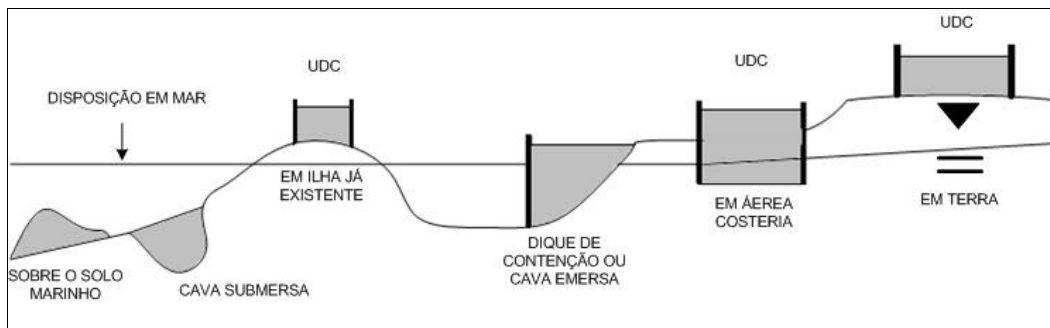


Figura 2.3.2.2.3 - 1: Diagrama esquemático das alternativas tradicionais de disposição de material de dragagem nos Estados Unidos (traduzido de USEPA, 2005).

A eficiência da UDC em conter os sedimentos contaminados depende do projeto, construção, operação e gerenciamento da unidade. Uma UDC é uma estrutura de engenharia desenhada para conter certo volume de material dragado e para atender às exigências quanto à qualidade de água excedente da unidade.

O princípio desta técnica de gerenciamento do material dragado contaminado é a do isolamento dos contaminantes presentes nos sedimentos de qualquer contato com receptores humanos ou da biota, seja através do contato direto com os contaminantes ou indiretamente através da água, percolada, lixiviada ou de drenagem superficial proveniente da unidade de contenção (USACE, 2000).

A escolha de alternativas para a destinação dos sedimentos dragados é guiada pela caracterização química e física do material, sendo estas essenciais para a viabilidade ambiental do projeto. Os grandes volumes implicados também são fundamentais nesta fase, não só na conclusão da viabilidade ambiental, como também, e, principalmente, na viabilidade econômica do projeto.

As técnicas de confinamento em diques de material dragado diferem em função da hidrogeologia, química de sedimentos, remoção da água contida no material dragado, taxa de liberação de contaminantes etc. Podem ser realizados em terra firme ou em um corpo de água, pois a falta de espaços disponíveis, em geral inviabiliza a alternativa da construção de diques de contenção em terra.

Na Figura 2.3.2.2.3 – 2, a seguir, pode-se verificar os diferentes tipos de diques em função de suas localizações: em terra firme (*upland*), em área costeira (*nearshore*) e no corpo d'água (*island*).

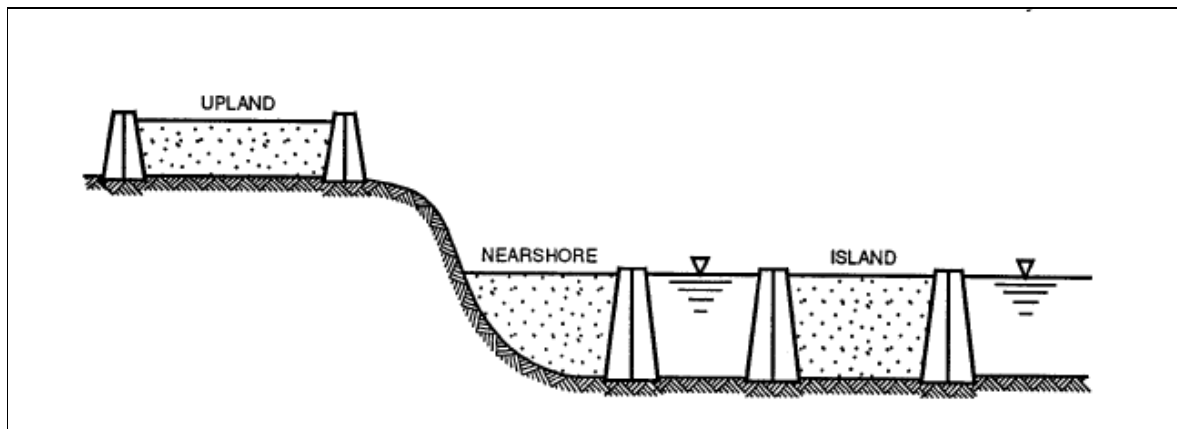


Figura 2.3.2.2.3 - 2: Tipos de diques: em terra firme (*upland*), em área costeira (*nearshore*) e no corpo d'água (*island*).

A escolha do local para a UDC pode ser mais complexa do que a disposição em mar aberto, mais convencional, sendo necessário considerar vários fatores na escolha, entre os quais a disponibilidade de área e capacidade volumétrica de armazenamento do material dragado; configuração e acesso ao local de disposição; proximidade de ambientes ecologicamente sensíveis; topografia para avaliar mudanças na mesma e padrões de deflúvio terrestre, e meteorologia e clima. Também é necessária a realização de estudos geotécnicos para o projeto das fundações dos diques (EPA/USACE, 2004).

Os impactos que podem ser causados por UDC, durante a construção e o preenchimento dos diques, incluem modificações de habitats, mudanças nas condições hidrológicas (nos padrões de circulação), dificuldades à navegação, aspectos estéticos e conseqüências de acidentes. Se a UDC for construída em terra, há que se considerarem os riscos de contaminação do lençol freático, vazamentos, e o comportamento do material dragado no interior do mesmo.

Num dique construído em corpo hídrico, as condições do material dragado colocado no seu interior, especialmente sua camada superior, serão inicialmente anaeróbicas e redutoras, o que favorece a imobilidade dos contaminantes. Após cessar a colocação de material dragado, o material disposto dessecação por evaporação, podendo tornar-se aeróbico e oxidado, e mobilizar alguns contaminantes. No Brasil, o efluente líquido provindo de uma UDC deve obedecer aos padrões de lançamento de efluentes, estabelecidos pela legislação.

A vida operacional de uma UDC depende da consolidação do material em seu interior, do clima, da sua dessecação e das condições de operação do sistema.

As vantagens da realização de uma UDC são:

- Custo baixo quando comparado com o tratamento dos sedimentos, especialmente com o tratamento *ex-situ*;
- É compatível com uma grande variedade de técnicas de dragagem, especialmente como lançamento direto através de dutovias hidráulicas;

- Se bem planejada e a disposição for bem conduzida, resultará numa elevada retenção de sedimentos e de contaminantes a eles associados;
- As técnicas de Engenharia necessárias são convencionais;
- O monitoramento do comportamento do material nas cavas e da eficiência da retenção dos mesmos pela cobertura pode ser facilmente planejado e realizado; e
- A área pode ser destinada a uma grande variedade de usos, com as devidas salvaguardas.

Outra questão é que, com o ressecamento do sedimento, muitos compostos voláteis, principalmente o PCB, são desprendidos para a atmosfera. Além disso, a construção do dique aumenta drasticamente os custos referentes ao processo como um todo. Segundo o USACE, o custo unitário para dragagem e disposição final em áreas confinadas por diques é, pelo menos, cinco vezes maior do que o correspondente, por exemplo, ao lançamento no mar. Outros problemas potenciais podem ser a contaminação do lençol freático, o odor que pode exalar dos sedimentos, os efeitos sobre a paisagem e a possibilidade de impactos sobre a fauna e a flora.

B. Disposições especiais

Essas disposições compreendem a utilização de disposições ou tratamento em empreendimentos concebidos para este fim ou a utilização de áreas já degradadas, em terra, fora da propriedade do empreendedor. A seguir são listadas algumas dessas alternativas:

- Aterros industriais classe 1: os aterros têm sido o destino preferencial de resíduos sólidos, tanto industriais como domiciliares, sendo implantados segundo normas estabelecidas pelos órgãos de controle ambiental e por eles fiscalizados. Os aterros industriais, por sua vez, têm que ser construídos com exigências mais rígidas do que os sanitários, para resíduos sólidos municipais, pois o risco que oferecem ao meio ambiente e à saúde pública é significativamente maior.
- Cavas criadas por atividades de mineração: além da disponibilidade de áreas com condições de receber o material dragado, esta alternativa requer negociação com os proprietários das mesmas, projeto para a disposição do material dragado, de licença ambiental e da implantação de toda uma estrutura para receber e transportar o lodo dragado.
- Processos industriais: compreendem a industrialização dos sedimentos dragados, pela sua incorporação nesses processos, reuso após algum tratamento, co-processamento em fornos de cimento e incineração, dentre outras alternativas.
- Tratamentos: os tratamentos para a redução da periculosidade dos sedimentos podem ser químicos ou por bioremediação.

2.3.2.3. Alternativas selecionadas de dragagem e disposição

Após a apresentação das vantagens e desvantagens de cada equipamento de dragagem, pode-se resumir que, não havendo restrições de qualidade do material para o seu lançamento em área oceânica e a possibilidade de utilização desse material para a execução do aterro da retrorárea, a dragagem do Terminal Brites poderia ser realizada com qualquer tipo de equipamento adequado, dentro das premissas de segurança e manutenção, contudo em função de produtividade foram selecionadas dragas tipo sucção e recalque e dragas tipo *hopper*.

Devido a pouca profundidade, inicialmente o material deverá ser dragado por dragas tipo sucção e recalque até a profundidade aproximada de 6m e, posteriormente, por dragas tipo *hopper* até a profundidade final. As dragas deverão ter características de produção que possibilitam atender aos prazos previstos para a implantação.

Considerando a boa qualidade dos sedimentos e a hidrodinâmica do Largo de Santa Rita, a adequação do equipamento estará mais relacionada à destinação do material (área oceânica ou retrorárea), profundidade na qual se localiza e tipo de material. Os efeitos provocados pelos equipamentos de dragagem serão discutidos neste EIA no Capítulo de Avaliação de Impactos, indicando a necessidade ou não de medidas de mitigação durante as atividades de dragagem do Terminal Brites.

Conforme apresentado no Diagnóstico do Meio Físico deste EIA/RIMA (Capítulo 7 – item 7.1.7), a caracterização dos sedimentos e os estudos complementares realizados indicaram que o material dragado está apto para ser lançado em área de disposição oceânica, em licenciamento ambiental pela CODESP, dentro do Polígono de Disposição Oceânica de Material Dragado – PDO. Ressalta-se que, a CODESP já obteve a LP do IBAMA para as áreas de descarte oceânico. Esta alternativa é considerada como a mais adequada ambientalmente, seja pela sua utilização em larga escala em diversos países, seja pela já consolidada utilização dessa alternativa pelo Porto de Santos e demais empreendimentos privados da região.

Porém, conforme apresentado no item 2.3.1 do presente EIA, uma das alternativas construtivas para a execução do aterro da retrorárea, prevê a utilização do material a ser dragado na execução do aterro, através do seu encapsulamento em tubos geotêxteis, fabricadas em polipropileno de alta resistência. No presente caso, essa técnica está associada à necessidade de estruturação geotécnica da camada de aterro com os tubos geotêxteis e não em função do confinamento de material contaminado. A seleção dos equipamentos de dragagem (sucção-recalque e draga *hopper*) permite a utilização desse material considerando procedimentos e equipamentos específicos.

Durante as futuras atividades de dragagem, caso venham a ser detectados níveis de contaminação acima das normas legais vigentes no Brasil, será necessária a adoção de alternativa(s) tecnológica(s) específica(s) para a destinação desse material, conforme apresentado anteriormente.

Quanto às alternativas de disposição do material a ser dragado, as opções de confinamento em Unidades de Disposição Confinada (UDC), no caso de sedimentos que apresentem alto grau de contaminação, e a disposição marinha para os sedimentos que apresentem concentrações de contaminantes com baixo risco de impacto, são ambientalmente viáveis, amplamente utilizadas em portos do mundo inteiro, já foram avaliadas, licenciadas e adotadas em outros empreendimentos na

região do estuário de Santos (exemplo: licenciamento do Terminal Portuário da EMBRAPORT e licenciamento da dragagem do Canal de Piaçaguera que atende ao porto da USIMINAS e FOSFERTIL).

Quanto às demais técnicas de tratamento de sedimentos, existem restrições de ordem tecnológica, prática, logística ou financeira e ainda, não isentas de impactos ambientais associados.

2.4. ALTERNATIVA DE NÃO-REALIZAÇÃO

Finalmente, após a demonstração das alternativas locais e tecnológicas para a implantação do Terminal Brites, como resultado de análises de outros cenários possíveis de ocupação, cabe examinar, nesse item, a hipótese de não-realização do empreendimento, mantendo-se a ocupação atual da gleba.

De imediato cabe o registro dos seguintes aspectos que reforçam a não-pertinência dessa hipótese:

- Permanência de gleba desocupada, dotada de localização privilegiada em termos de acessibilidade marinha (junto ao Largo Santa Rita e canal de navegação do Porto de Santos) e também à infraestrutura viária local (próxima da SP 055 – Sistema Anchieta-Imigrantes) e também à infraestrutura ferroviária (seccionada pela estrada de ferro operada pela MRS e destinada ao transporte de cargas). A permanência da gleba sem uso definido mostra-se em total incompatibilidade com essa sinergia de elementos (já implantados e operando) que fornecem as bases técnicas e operacionais para a implantação de um uso portuário como o pretendido, em bases ambientalmente adequadas.
- Ausência de geração de empregos e de impostos associados a empreendimentos dessa natureza, com claros benefícios aos poderes públicos, notadamente o municipal – ver capítulo identificação e avaliação de impactos deste EIA – que com o uso da gleba passará a aferir uma maior receita tributária e, também, maiores possibilidades de imprimir uma dinâmica socioeconômica sustentável nesta porção do território santista.
- Manutenção do quadro atual de não-utilização da área com a desmobilização da atividade agrícola ali praticada, cultura de banana e o conseqüente abandono de suas terras mais planas e que apresentam baixa restrição ambiental ao seu aproveitamento, favorecendo inclusive pressões por ocupações irregulares e indesejáveis, como por exemplo, o uso residencial.

Deve-se ainda reconhecer que com a presença nas proximidades da gleba de usos como aterro sanitário e a pedreira em operação há uma clara limitação – no cenário de não-realização do empreendimento portuário – à implantação de outros usos que não aqueles conhecidos como de apoio ao desenvolvimento urbano (como os citados) ou representados por atividades econômicas como industriais, de comércio atacadista ou similares. Ou seja, a não-ocupação da área em questão – pelo uso portuário – não irá permitir a sua utilização para usos mais estratégicos e sensíveis na Baixada Santista, como o residencial. Alie-se a esse cenário as condições ambientais existentes na região de inserção do empreendimento (com graus variados de restrição e sensibilidade ambiental

conforme demonstrado no Capítulo 8 deste EIA – Análise Integrada) que indicam a não-pertinência de destinação dessas áreas para a consolidação urbana, representada pelo uso habitacional.

Neste sentido o cenário de não-implantação do empreendimento deve também ser cotejado com as diretrizes das políticas públicas para a região – notadamente o Plano Diretor do Município de Santos – que expressa a decisão técnica, tomada em bases democráticas (com aprovação legislativa) de orientar o uso e a ocupação do seu território considerando aspectos de ordem técnica de planejamento urbano e regional, incluindo-se nesse caso aqueles de proteção ambiental. Nesse cenário de não-realização do empreendimento, a destinação da área – pelo Plano Diretor em vigência já está definida pela incidência da Zona ZPR – Zona Portuária e Retroportuária que envolve a propriedade em questão; ou seja, possíveis usos; que não a manutenção da área sem atividade; devem ser voltados direta ou indiretamente para o setor portuário.

Acrescente-se ainda a esse cenário de não-realização do empreendimento que, pelo mesmo Plano Diretor Municipal, no entorno imediato da área estão também previstos zonas de suporte urbano, definidas em ZSU I e II. Nessas zonas são permitidas atividades portuárias e retroportuárias; empreendimentos e atividades técnicas e/ou científicas; construção de infraestrutura de apoio aos usos permitidos, de pequenas e médias estruturas de apoio náutico, de edificações para armazenamento e unidades industriais não-poluidoras, terminais rodoviários e ferroviários, estrutura viária de transposição e torres de transmissão.

É nesse cenário legal que deve ser inserida qualquer outra forma de utilização da gleba objeto da implantação do empreendimento, caso o mesmo – uso portuário – não se estabeleça na área. Considerando as características da área e os usos definidos em Lei Municipal para o seu aproveitamento, resta claro que não há opção mais favorável do que a pretendida pelo empreendedor – uso portuário – quer pelas diretrizes técnicas do Plano Diretor, quer e principalmente ainda pela sua localização estratégica junto ao Largo Santa Rita e canal de navegação do Porto de Santos.

A manutenção do uso rural na área torna-se não só antieconômica para seus proprietários, como também exige esforços e recursos para a manutenção de sua integridade e das condições de segurança para seus empregados e suas atividades, uma vez que é comum na região casos de invasões de áreas.

A sua não-utilização – ou a não-realização do projeto – deixaria a gleba ainda mais vulnerável a sofrer pressão por ocupação do solo, notadamente para usos irregulares como se observa em outras regiões da Baixada Santista, para a implantação de assentamentos urbanos irregulares. Essa possibilidade está até certo ponto, minimizada pela presença do Aterro próximo a propriedade que, de certa forma limita o acesso pela estrada de passagem a propriedade.

Pelos aspectos mencionados, considerando a concepção do empreendimento e sua compatibilidade com as políticas e posturas municipais, conclui-se que a hipótese de não-realização do empreendimento não é a mais adequada dentro de um cenário que busque a implantação de atividades econômicas em harmonia com as questões de planejamento e de proteção e conservação ambiental.

Pode-se reforçar aqui os principais resultados da implantação do Terminal Brites, conforme concepção definida em contrapartida ao quadro analisado neste item de sua não-realização:

- Dinamização da economia e do comércio exterior, estimulando o mercado de trabalho e favorecendo o aumento da renda da população local.
- Aumento da arrecadação tributária municipal através do recolhimento do ISSQN – Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza.
- Ampliação das atividades portuárias para além dos limites do Porto Organizado, com aumento da capacidade de operação.
- Expansão da infraestrutura portuária e melhoria dos serviços oferecidos, com redução do tempo de espera das embarcações.
- Redução dos custos das operações pelo aumento da concorrência entre os terminais portuários.

Caso não ocorra a implantação e operação do Terminal Brites os resultados previstos serão suprimidos, causando um impedimento ao desenvolvimento econômico do município de Santos em sua porção continental e de parte da Baixada Santista, podendo ser prejudicial em médio e longo prazo a toda uma estrutura econômica em diferentes níveis.

O direcionamento dos investimentos previstos possivelmente será empregado em outra localidade, eventualmente de menor sinergia de aspectos socioambientais, uma vez que há crescimento da demanda pelos serviços portuários e de logística em âmbito nacional e internacional.