
	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		2/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

SUMÁRIO EXECUTIVO

A Prefeitura de Araranguá tem o objetivo de viabilizar a implantação de dois molhes na Barra do Rio Araranguá, visando o melhor escoamento do rio em direção ao mar e aliviando as condições em caso de enchentes.



Para tal, a então Coastal Planning & Engineering do Brasil, empresa hoje pertencente à CB&I, foi contratada em 2009 para desenvolver um projeto conceitual de alternativas para a definição da melhor localização dos molhes, projeto básico estrutural destes, de dragagem, simulação de inundação, salinidade e outros.

No presente momento, a CB&I foi requisitada a revisar o projeto básico de engenharia, com os molhes localizados em frente à comunidade de Ilhas, buscando o não assoreamento do Rio Araranguá em frente à esta comunidade.

Dessa forma, os produtos abaixo serão revisados:



- Projeto do quebra-mar;
- Projeto de dragagem;
- Estudos de Transpasse de sedimentos;
- Plano de Construção;
- Orçamento.

A implantação do projeto (e por consequência o Orçamento) serão divididos em duas etapas de construção, denominadas Etapa 1 e Etapa 2. Os estudos restantes contemplam a solução completa.



	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		3/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

SUMÁRIO



1	INTRODUÇÃO	6
2	OBJETIVO	6
3	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....	7
4	NOMENCLATURA	8
5	CÓDIGOS E NORMAS.....	10
6	PREMISSAS E CRITÉRIOS.....	11
6.1	REFERÊNCIAS TOPOGRÁFICAS	11
6.2	CANAL DE NAVEGAÇÃO	12
<u>6.2.1</u>	<u>Embarcações de Projeto.....</u>	<u>12</u>
<u>6.2.2</u>	<u>Principais Dimensões</u>	<u>12</u>
6.3	CARACTERÍSTICAS LOCAIS E PARÂMETROS HIDRODINÂMICOS.....	13
<u>6.3.1</u>	<u>Vento.....</u>	<u>13</u>
<u>6.3.2</u>	<u>Padrões de Maré e Corrente.....</u>	<u>15</u>
<u>6.3.3</u>	<u>Ondas ao Largo.....</u>	<u>17</u>
<u>6.3.4</u>	<u>Ondas em Água Rasas.....</u>	<u>18</u>
6.4	LEVANTAMENTO BATIMÉTRICO	19
7	DESENVOLVIMENTO DOS ESTUDOS	20
7.1	MOLHES	22
<u>7.1.1</u>	<u>Molhe Sul</u>	<u>22</u>
7.2	MOLHE NORTE	23
7.3	ACESSOS	24
<u>7.3.1</u>	<u>Aterro Compactado.....</u>	<u>24</u>
<u>7.3.2</u>	<u>Ponte.....</u>	<u>25</u>

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		4/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

7.3.2.1	Metodologia de Cálculo de Vazões	26
7.3.2.2	Determinação da Vazão de Projeto	33
7.3.2.3	Simulação da Alternativa para Transposição do Rio	35
7.4	DRAGAGEM E DESPEJO DO MATERIAL DRAGADO	39
7.5	MODELAGENS NUMÉRICAS	41
<u>7.5.1</u>	<u>Modelo de Inundação</u>	<u>42</u>
<u>7.5.2</u>	<u>Estudos Morfológicos e Transpasse de Sedimentos</u>	<u>44</u>
<u>7.5.3</u>	<u>Salinidade</u>	<u>49</u>
7.6	PROJETO ESTRUTURAL DOS MOLHES.....	53
<u>7.6.1</u>	<u>Largura da Berma</u>	<u>53</u>
<u>7.6.2</u>	<u>Cota da Berma</u>	<u>57</u>
<u>7.6.3</u>	<u>Cota do Coroamento</u>	<u>57</u>
7.7	PLANO DE EXECUÇÃO DO PROJETO (P.E.P.)	58
7.8	CANTEIRO DE OBRAS.....	59
<u>7.8.1</u>	<u>Canteiro Administrativo</u>	<u>60</u>
<u>7.8.2</u>	<u>Canteiro Industrial</u>	<u>61</u>
<u>7.8.3</u>	<u>Canteiro social</u>	<u>61</u>
<u>7.8.4</u>	<u>Canteiro de Frentes de Serviço</u>	<u>62</u>
<u>7.8.5</u>	<u>Redes de Serviços do Canteiro da obra</u>	<u>62</u>
7.8.5.1	Água	62
7.8.5.2	Tratamento de efluentes.....	62
7.8.5.3	Drenagem	62
7.8.5.4	Rede de Energia Elétrica/Telecomunicação.....	62
7.8.5.5	Iluminação	63
7.8.5.6	Sistema de telecomunicação.....	63

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001	 ARARANGUÁ GOVERNO DO MUNICÍPIO	PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		5/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

7.9	PEDREIRA	63
<u>7.9.1</u>	<u>Seleção da Pedreira</u>	<u>63</u>
<u>7.9.2</u>	<u>Exploração da pedreira e seleção de enrocamentos</u>	<u>64</u>
7.10	ORÇAMENTO	65
8	CONCLUSÃO	70

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		6/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

1 INTRODUÇÃO

A Prefeitura de Araranguá tem o objetivo de viabilizar a implantação de dois molhes na Barra do Rio Araranguá, visando o melhor escoamento do rio em direção ao mar e aliviando as condições em caso de enchentes.

Para tal, a então Coastal Planning & Engineering do Brasil, empresa hoje pertencente à CB&I, foi contratada em 2009 para desenvolver um projeto conceitual de alternativas para a definição da melhor localização dos molhes, projeto básico estrutural destes, de dragagem, simulação de inundação, salinidade e outros.



No presente momento, a CB&I foi requisitada a revisar o projeto básico de engenharia, com os molhes localizados em frente à comunidade de Ilhas, buscando o não assoreamento do Rio Araranguá em frente à esta comunidade.

2 OBJETIVO

Este documento tem por objetivo apresentar os resultados da revisão do projeto de relocação dos molhes de fixação da barra do Rio Araranguá, localizado na região de Araranguá, SC.

A Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá apresenta escoamento em direção ao mar, assumindo uma direção oeste-leste (W-E). A bacia hidrográfica abrange uma área de 3.020 km², sendo formada pela confluência dos rios Itoupava e Mãe Luzia, recebendo mais um tributário próximo à desembocadura, o Rio dos Porcos. Nos últimos 7 km do rio, o curso está voltado para a direção nordeste e paralelo à linha de costa, com seu canal cruzando uma barreira arenosa. A profundidade média no canal é de 3 m, podendo chegar a até 8,5 m, sendo que a desembocadura é mais rasa (entre 1 m e 3 m).

A figura a seguir mostra a localização dos estudos:

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA: 7/71
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: 2
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			

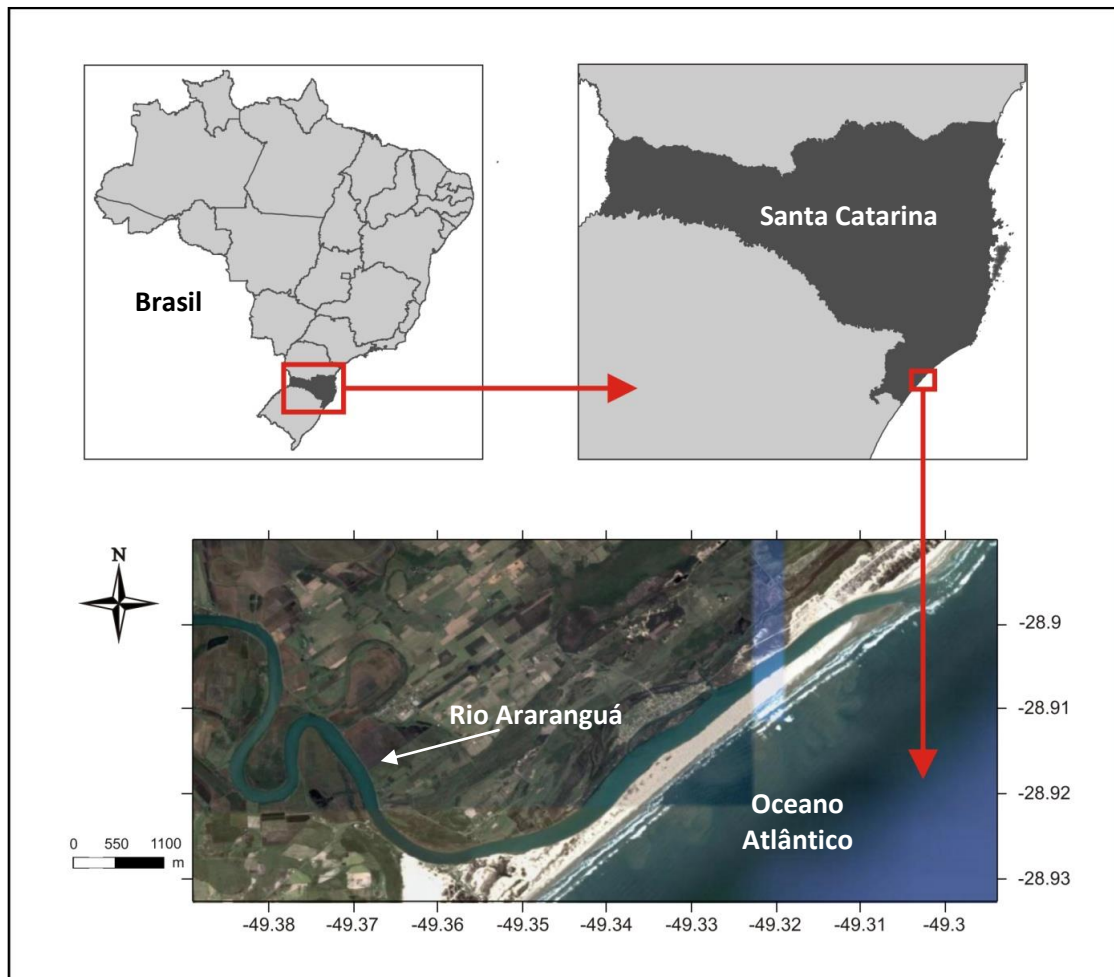


Figura 1: Localização da área de estudo

3 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Os documentos abaixo serão utilizados na elaboração dos estudos.

5270089-PRJ-D-DCD-
00001



CRITÉRIOS DE PROJETO

5270089-PRJ-D-RPT-
00002

RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA

5270089-PRJ-D-CPX-
00001

CAPEX - ETAPA 1



	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		8/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

5270089-PRJ-D-CPX-00002	CAPEX - ETAPA 2
5270089-PRJ-D-NTE-00001	MEMORIAL DESCRITIVO DRAGAGEM
5270089-PRJ-D-CAL-00001	MEMÓRIA DE CÁLCULO VOLUME DE DRAGAGEM
5270089-PRJ-D-DWG-00003	MÁSCARA DE DRAGAGEM
5270089-PRJ-D-CAL-00002	MEMÓRIA DE CÁLCULO - PROJETO ESTRUTURAL DOS MOLHES
5270089-PRJ-D-NTE-00002	PLANO DE EXECUÇÃO DE PROJETO (P.E.P.)
5270089-PRJ-D-DWG-00009	ARRANJO GERAL DOS MOLHES - ETAPA 1
5270089-PRJ-D-DWG-00010	ARRANJO GERAL DOS MOLHES - ETAPA 2



4 NOMENCLATURA

Com o intuito de abreviar a leitura do critério de projeto, as seguintes siglas e abreviações poderão aparecer no corpo deste documento:

<u>SIGLA</u>	<u>DESCRIÇÃO</u>
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR	Norma Brasileira Regulamentadora
DHN	Diretoria de Hidrografia e Navegação
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
NR	Norma Regulamentadora
ANSI	<i>American National Standards Institute</i>

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		9/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

ASME	American Society of Mechanical Engineers
ASTM	American Society for Testing and Materials
AWWA	American Water Works Association
ISSO	International Organization for Standardization
NFPA	National Fire Protection Association
PIANC	Permanent International Association of Navigation Congress
ROM	Recomendaciones para Obras Marítimas
OCIMF	Oil Companies International Marine Forum
OSHA	Occupational Safety and Health Administration
NAVFAC	Naval Facilities Engineering Command
BS	British Standard
ACI	American Concrete Institute
AWS	American Welding Society
AISC	American Institute of Steel Construction
UKMO	United Kingdom Meteorological Office
MHHW	Mean Higher High Water
MHLW	Mean Higher Low Water
MLHW	Mean Lower High Water
MLLW	Mean Lower Low Water
MSL	Mean Sea Level
LOA	Length Over All
LBP	Length Between Perpendiculars
UTM	Universal Transverse Mercator

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001	 ARARANGUÁ GOVERNO DO MUNICÍPIO	PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		10/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

WGS World Geographic System

5 CÓDIGOS E NORMAS



A não ser quando especificamente indicado em contrário, o projeto basear-se-á na aplicação das seções e últimas revisões das normas brasileiras da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.

As seguintes normas técnicas da ABNT serão adotadas no desenvolvimento do projeto:

NBR 9782	Ações em estruturas portuárias, marítimas ou fluviais
NBR 13209	Planejamento portuário – Obras de acostagem – Aspectos náuticos
NBR 13246	Planejamento portuário – Aspectos náuticos – Procedimento
NR 29	Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho Portuário

Para situações específicas não previstas nas normas da ABNT ou que forem consideradas melhor contempladas em normas ou recomendações internacionais em sua versão mais recente, estas serão obedecidas. Destacam-se os seguintes organismos:

NAVFAC HDBK-1021/1	MIL- <i>Piers and Wharves</i>
PIANC	<i>Approach Channels - A Guide for Design: 1997</i>
EAU	<i>Recommendations of the Committee for Waterfront Structures – 2004</i>
BS 6349	<i>Maritime Structures Code</i>
OCIMF	<i>Design and Construction Specification for Marine Loading Arms (1987)</i>
OCIMF	<i>Guide on Marine Terminal Fire Protection and Emergency Evacuation (1987)</i>
OCIMF	<i>Guidelines for Hazard Analysis as an Aid to Management of Safe</i>

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001	 ARARANGUÁ GOVERNO DO MUNICÍPIO	PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		11/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

	<i>Operations (1992)</i>
U.S. Army	<i>Shore Protection Manual</i>
ROM 0.	<i>Recomendaciones Generales</i>
ROM 1.	<i>Recomendaciones para el Proyecto y Ejecución de Obras de Abrigo</i>
ROM 2.	<i>Recomendaciones para el Proyecto y Ejecución de Obras de Atraque</i>
ROM 3.	<i>Recomendaciones para el Proyecto y Construcción de Accesos y Áreas de Flotación</i>
ROM 4.	<i>Recomendaciones para el Proyecto y Ejecución de Superestructuras</i>

6 PREMISSAS E CRITÉRIOS

Sempre que possível buscou-se seguir as premissas, critérios e dados adotados no projeto anterior, somente sendo feitas adequações à nova realidade.



Ficou definido que a implantação do projeto será dividida em duas etapas de construção, denominadas Etapa 1 e Etapa 2. Os estudos restantes, com exceção do CAPEX e a metodologia construtiva contemplam a solução completa.

Os seguintes critérios e premissas foram utilizados na elaboração do projeto.

6.1 REFERÊNCIAS TOPOGRÁFICAS

Foram adotadas as mesmas referências do projeto anterior e adicionalmente teve-se acesso a um novo levantamento topográfico, presente no documento BARRA NOVO 2.dwg.

O Datum Vertical do Levantamento Topográfico é o de Imbituba, SC e as coordenadas adotadas foram UTM (22 S), sistema WGS 84.

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001	 ARARANGUÁ GOVERNO DO MUNICÍPIO	PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		12/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

6.2 CANAL DE NAVEGAÇÃO

As premissas e critérios adotados foram os mesmos do projeto anterior. Para maiores detalhes verificar o documento CPE_PrefArarangua_ProdutoVI, DIMENSIONAMENTO E CONCEPÇÃO DA OBRA - ANÁLISE DE NAVEGABILIDADE E DIMENSIONAMENTO DO CANAL.

Os mais importantes são os transcritos abaixo.

6.2.1 Embarcações de Projeto

Para o dimensionamento do canal de navegação entre os molhes de Araranguá foram consideradas duas embarcações de projeto, ambas de pequeno porte, usadas em atividades pesqueiras e turísticas, conforme apresentado na Tabela 1 e na Tabela 2.

Capacidade (DWT)	Deslocamento (DWT)	L _{OA} (m)	L _{PP} (m)	Boca (m)	Calado Carregado (m)	Coefficiente de bloco
250	400	40,0	38	7,0	3,5	0,43

Tabela 1: Embarcação de projeto I. Embarcação pesqueira (ROM 3.1-99).

Capacidade (DWT)	Deslocamento (DWT)	L _{OA} (m)	L _{PP} (m)	Boca (m)	Calado Carregado (m)	Coefficiente de bloco
-	50	24,0	-	5,5	3,3	-

Tabela 2: Embarcação de projeto II. Embarcação de recreio a motor (ROM 3.1-99).



6.2.2 Principais Dimensões

O dimensionamento e a definição do traçado conceituais do canal foram desenvolvidos com base nas características batimétricas locais, nas condicionantes hidrodinâmicas e dimensões das embarcações de projeto, apresentadas acima.

O dimensionamento do canal de navegação considerou as recomendações da PIANC (*Permanent International Association of Navigation Congresses*), além de conhecimentos adquiridos em estudos prévios semelhantes realizados pela CB&I Brasil.

Partes dos dados de entrada para o dimensionamento do canal são os descritos a seguir:

- Configuração do canal: 2 vias;

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001	 ARARANGUÁ GOVERNO DO MUNICÍPIO	PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		13/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

- Manobrabilidade do navio: boa;
- Auxílios à navegação: moderado;
- Tipo de fundo: material suave e macio;
- Velocidade do navio: < 8 nós.

Desta forma, as dimensões do canal de navegação foram obtidas e são as apresentadas na tabela a seguir:

Parâmetro	Dimensão
Profundidade	5 metros
Talude	1V:6H (areia fina)
Largura em trecho reto	56 metros
Largura em trecho curvo	74 metros
Raio de curvatura mínimo	290 metros

Tabela 3: Dimensões de projeto do canal de navegação.

6.3 CARACTERÍSTICAS LOCAIS E PARÂMETROS HIDRODINÂMICOS



Os dados ambientais e hidrodinâmicos necessários para desenvolvimento do projeto básico são os mesmos adotados no projeto anterior visto que não houveram coletas e levantamentos de novos dados.

Estas informações serão utilizadas para os estudos de assoreamento ao longo do canal e para os quantitativos dos distintos sedimentos a serem dragados.

6.3.1 Vento

Os dados a seguir são provenientes do estudo anterior. Para maiores detalhes verificar o documento CPE_PrefArarangua_ProdutoV, DIMENSIONAMENTO E CONCEPÇÃO DA OBRA – ANÁLISE DAS CONDICIONANTES GEO-AMBIENTAIS E DE PROJETO, item 4.1 (VENTOS).

Os dados de vento analisados são provenientes do programa de reanálise do NCEP/NCAR/NOAA. Nesse programa são geradas bases de dados globais através da utilização combinada de resultados de modelos numéricos e dados observacionais

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA: 14/71
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: 2
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			

provenientes de diversas fontes, tais como navios em rota, aviões, estações meteorológicas, satélites, entre outras.

Foi analisada uma série extraída nas coordenadas geográficas (WGS-84): 25,7° S e 46,8° W, para o período compreendido entre os anos de 1970 e 2010.

A rosa dos ventos elaborada a partir da série temporal de dados do NCEP é apresentada na Figura 2.

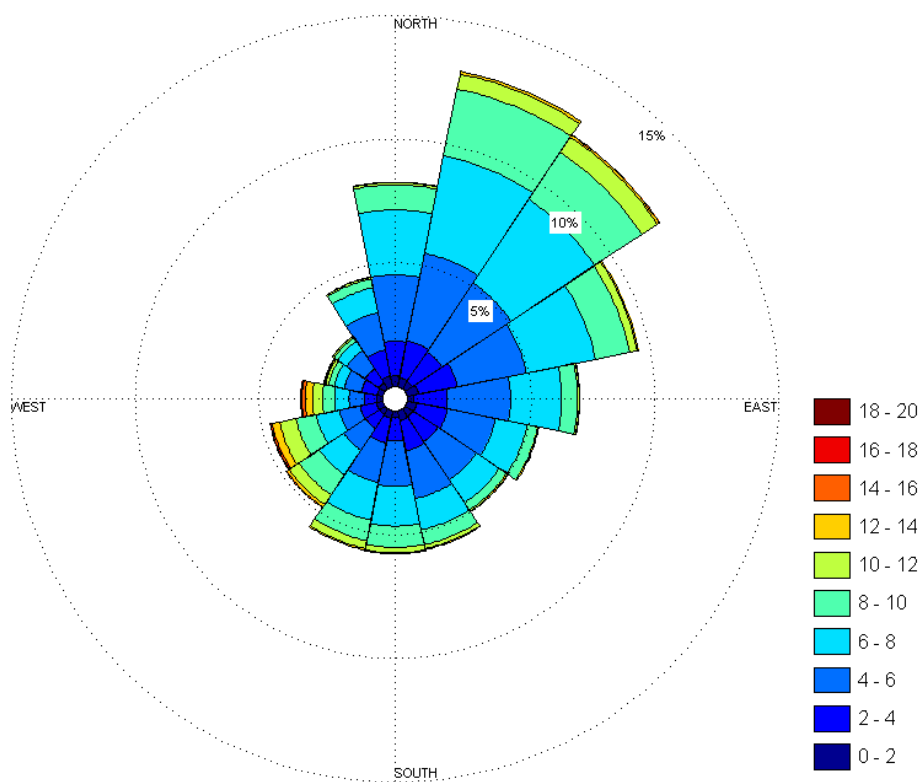




Figura 2: Rosa dos ventos. Dados de reanálise do modelo NCEP (NOAA).

O diagrama de distribuição conjunta de intensidade e direção dos ventos NCEP é apresentado na Tabela 4.

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		15/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	Total	Porc.	Dir.med.
0.0- 1.0	66	78	66	80	51	58	56	65	41	54	52	57	52	53	53	71	953	1.6	41
1.0- 2.0	186	210	188	200	151	216	172	171	146	139	127	132	103	161	157	186	2645	4.5	56
2.0- 3.0	322	396	354	388	347	339	315	319	266	229	184	182	164	222	227	333	4587	7.7	66
3.0- 4.0	606	639	632	647	517	509	450	462	396	320	245	234	206	225	322	438	6848	11.6	64
4.0- 5.0	843	964	868	811	680	587	539	587	524	395	282	235	218	247	331	538	8649	14.6	61
5.0- 6.0	976	1207	1126	864	723	567	503	526	521	514	360	266	211	229	308	546	9447	15.9	55
6.0- 7.0	922	1270	1088	835	570	396	369	436	483	458	386	267	197	164	212	455	8508	14.4	49
7.0- 8.0	706	1118	958	584	398	271	265	320	424	409	391	330	161	126	139	284	6884	11.6	48
8.0- 9.0	389	859	683	384	225	136	148	204	291	333	392	279	158	83	69	171	4804	8.1	44
9.0-10.0	187	464	400	208	102	62	57	107	184	216	291	254	136	57	41	67	2833	4.8	28
10.0-11.0	54	194	219	85	39	24	30	55	101	120	210	217	114	32	10	19	1523	2.6	246
11.0-12.0	15	69	77	32	8	9	7	25	44	80	116	152	114	26	10	7	791	1.3	245
12.0-13.0	6	19	27	13	6	5	4	9	14	25	58	118	79	17	3	3	406	0.7	249
13.0-14.0	3	8	5	1		1	2	5	10	10	24	76	54	6	1		206	0.3	248
14.0-15.0			3		1		2	1	2	4	10	46	34	4	1	2	110	0.2	252
15.0-16.0			1				1		2	1	3	8	22	10	1		49	0.1	264
16.0-17.0								1			1	8	8	3			21	0	260
17.0-18.0												2	5	1			8	0	264
18.0-19.0												1	2		1		4	0	271
Total	5281	7495	6695	5132	3818	3180	2920	3293	3449	3307	3132	2864	2038	1666	1886	3120	59276		
Porc.	8.9	12.6	11.3	8.7	6.4	5.4	4.9	5.6	5.8	5.6	5.3	4.8	3.4	2.8	3.2	5.3			
Vel.med.	5.6	6.1	6.1	5.5	5.2	4.9	5	5.2	5.7	6.1	6.7	7.1	6.8	5	4.7	5			
Vel.max.	14	13.8	15.3	13.5	14.6	13.2	15.7	16.9	15.1	15	16	18.2	18.9	17.3	18	14.2			
Percts(0,9)	8	9	9	8	7	7	7	8	9	9	10	11	11.7	8	7	7			

Tabela 4: Diagrama de ocorrência conjunta de intensidade (m/s) e direção do vento NCEP no período de 1º de janeiro de 1970 a 31 de dezembro de 2010, com intervalo de amostragem dt=3h (convenção meteorológica).



6.3.2 Padrões de Maré e Corrente

Os dados a seguir são provenientes do estudo anterior. Para maiores detalhes verificar o documento CPE_PrefArarangua_ProdutoV, DIMENSIONAMENTO E CONCEPÇÃO DA OBRA – ANÁLISE DAS CONDICIONANTES GEO-AMBIENTAIS E DE PROJETO, item 2.2 (CLIMA DE ONDAS).

Os níveis de marés referem-se ao zero da DHN (Diretoria de Hidrografia e Navegação). As condições de maré foram extraídas do catálogo de Estações Maregráficas Brasileiras da Fundação de Estudos do Mar (FEMAR).

A estação maregráfica é a de Araranguá, localizada no trapiche do late Clube de Araranguá. As características das marés são as seguintes:

- Média das preamares superiores (MHHW): 0,55 m (NR-DHN)
- Média das preamares inferiores (MLHW): 0,37 m (NR-DHN)
- Nível médio de maré (MSL): 0,32 m (NR-DHN)
- Média das baixa-mares superiores (MHLW): 0,25 m (NR-DHN)
- Média das baixa-mares inferiores (MLLW): 0,11 m (NR-DHN)

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		16/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

Como os levantamentos topo-batimétricos foram realizados com referência ao IBGE, foi utilizado o mesmo para o projeto. A relação dos níveis de referência entre o DHN e o IBGE é a seguinte:

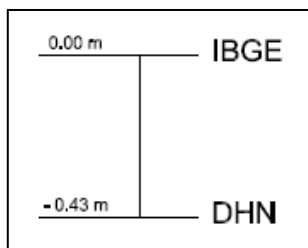


Figura 3: Níveis de referência em Araranguá.



Os níveis de maré em relação ao IBGE são os seguintes:

- Média das preamares superiores (MHHW): 0,12 m (NR-IBGE)
- Média das preamares inferiores (MLHW): -0,06 m (NR-IBGE)
- Nível médio de maré (MSL): -0,11 m (NR-IBGE)
- Média das baixa-mares superiores (MHLW): -0,18 m (NR-IBGE)
- Média das baixa-mares superiores (MLLW): -0,32 m (NR-IBGE)

De acordo com o gráfico elaborado pela IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) os valores no ano de 2060 sofrerão uma variação entre 0,05 m e 0,5 m (Figura 4).

O sombreado escuro do gráfico mostra a variação média calculada para todos os cenários, enquanto que a parte mais clara mostra a gama de todos os cenários calculados.

As linhas mais distantes são representadas com algumas incertezas adicionais.

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA: 17/71
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: 2
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			

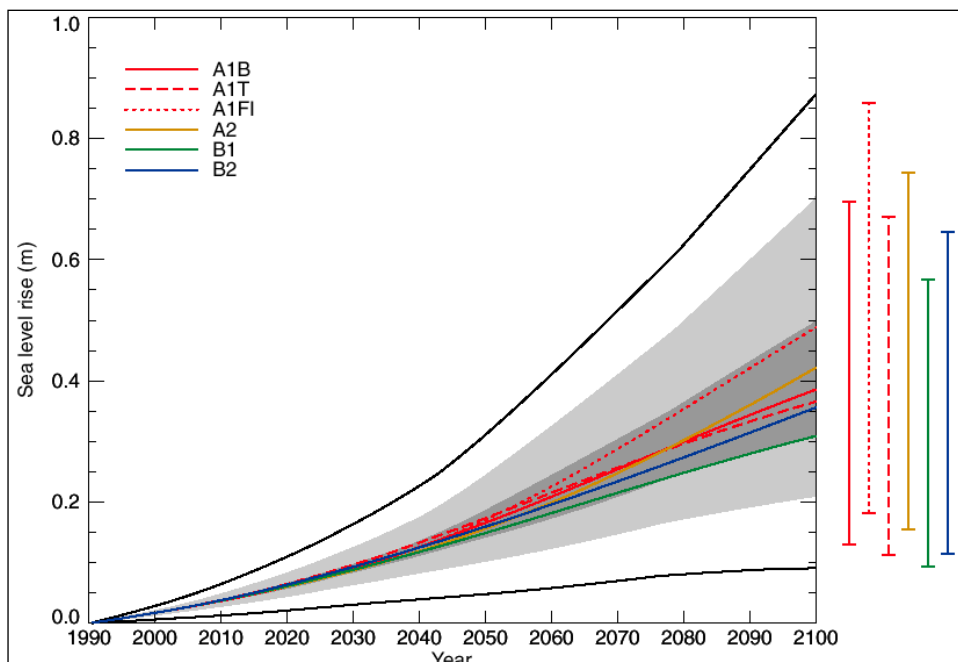


Figura 4: Estimativa de variação no nível médio do mar.

Pode-se afirmar, portanto, que um aumento de 25 cm no nível de maré nos próximos 50 anos está do lado conservativo da curva, ou seja, na variação média. Assim, para o projeto básico dos molhes foi assumido um nível de maré máximo de 0,37 m IBGE.



6.3.3 Ondas ao Largo

As ondas de projeto foram extraídas do relatório PRODUTO I - MODELAGEM NUMÉRICA DE ONDAS E ANÁLISE DE EXTREMOS. As ondas ao largo foram analisadas no capítulo 2 do deste mesmo relatório.

De um modo geral, a agitação ao largo de Araranguá é a típica da região Sul do Brasil, com um clima de ondas relativamente severo.

Os resultados são expostos abaixo:

- As maiores alturas significativas ao largo são provenientes dos setores SE ao SW;
- Altura significativa igual ou superior a 2,0 m ocorrem com uma frequência de 47,13%;
- As ondas mais frequentes têm períodos entre 6 s e 10 s com 63,03% do tempo;

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001	 ARARANGUÁ GOVERNO DO MUNICÍPIO	PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		18/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

- Períodos das ondas entre 10 s e 14 s ocorrem com uma frequência de 22,24% do tempo;
- Períodos de ondas superiores a 14 s ocorrem com uma frequência de 0,74% do tempo.

6.3.4 Ondas em Água Rasas



Como não existiam medições de ondas no local do projeto que permitissem caracterizar o clima de ondas na área de execução dos molhes, foi realizado um estudo de modelagem matemática de transformação de ondas disponíveis em águas profundas para a zona costeira. Para maiores informações ver capítulo 3 do relatório de ondas referido na seção acima (PRODUTO I - MODELAGEM NUMÉRICA DE ONDAS E ANÁLISE DE EXTREMOS).

Pode-se notar pelos resultados que, devido ao efeito de refração, a frequência e intensidade das ondas provenientes dos setores SE e SW diminuem ao se aproximarem da costa. Inclusive, próximo à costa, o gradiente de origem das ondas é restrito somente aos setores E ao SSE.

Foram extraídas as ondas de projeto do relatório com os diversos períodos de retorno, conforme mostrado na Tabela 5.

Período de Retorno	Hs (m) - Molhe Sul	Hs (m) - Molhe Norte
2	3,37	2,31
5	3,59	2,56
10	3,77	2,74
25	3,98	2,99
50	4,15	3,18
100	4,32	3,36
200	4,48	3,55

Tabela 5: Valores de Hs no ponto de análise para os períodos de retorno de 2, 5, 10, 25, 50, 100 e 200 anos, para a série reconstruída em águas rasas.

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		19/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

6.4 LEVANTAMENTO BATIMÉTRICO

Os dados a seguir são provenientes do estudo anterior. Para maiores detalhes verificar o documento CPE_AraranguaTopoBatimetria, MEDIÇÕES DETALHADAS DE BATIMETRIA NA ÁREA DO CANAL DE PROJETO E MOLHES.

Em um primeiro momento, adotou-se os dados do levantamento anterior e, como se trata de outra região, extrapolou-se os dados. Contudo, uma nova batimetria está sendo realizada e, caso haja alguma diferença, o estudo será revisado.

De qualquer forma, pela experiência da CB&I e por se tratar de uma região onde as características são influenciadas fortemente pelas condições naturais, acredita-se que não haverá diferenças nos resultados.

As figuras a seguir mostram a área anterior e a nova, considerada neste estudo e já contemplando o levantamento topográfico.

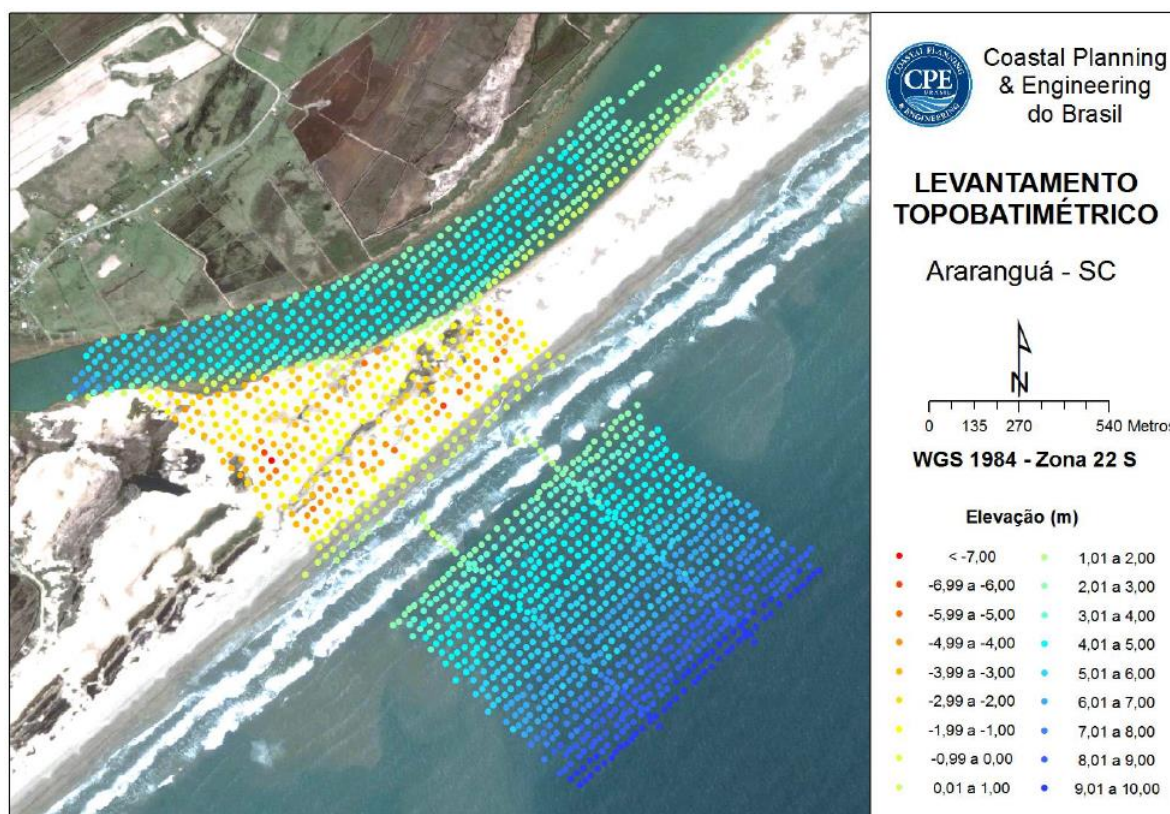




Figura 5: Área de coleta de dados batimétricos no Rio Araranguá.

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA: 20/71
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: 2
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			

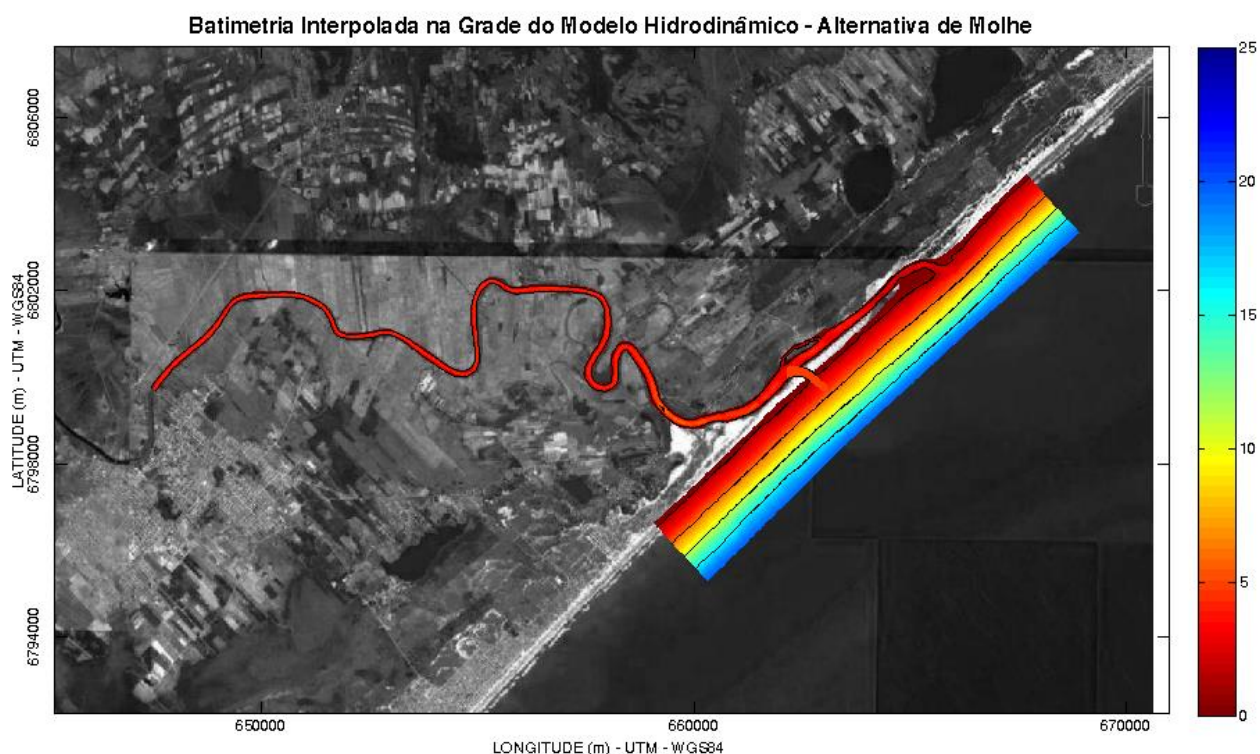


Figura 6. Batimetria interpolada na grade numérica do modelo hidrodinâmico-morfológico utilizada nas simulações. Batimetria do cenário com a presença de molhes próximos a comunidade de Ilhas.



7 DESENVOLVIMENTO DOS ESTUDOS

A obra será composta por dois molhes (molhe norte e molhe sul) que irão fixar a barra do Rio Araranguá e auxiliar o escoamento da água deste para o mar.

A obra será composta por dois molhes (molhe norte e molhe sul) que irão fixar a barra do Rio Araranguá e auxiliar o escoamento da água deste para o mar.

Para a execução destes molhes será necessária a construção de um acesso composto por duas pequenas pontes e um caminho de rolamento concebido por aterro compactado, que após a conclusão da obra servirão como acesso de turistas, quando realizado o projeto urbanístico da área.

Será ainda previsto um acesso entre o molhe norte e o molhe sul que será desmontado para execução da dragagem.

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA: 21/71
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: 2
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			

A execução foi prevista em duas etapas, sendo a primeira composta pela construção do molhe norte com aproximadamente 974 m e o sul com 770 m de comprimento, conforme figura abaixo.

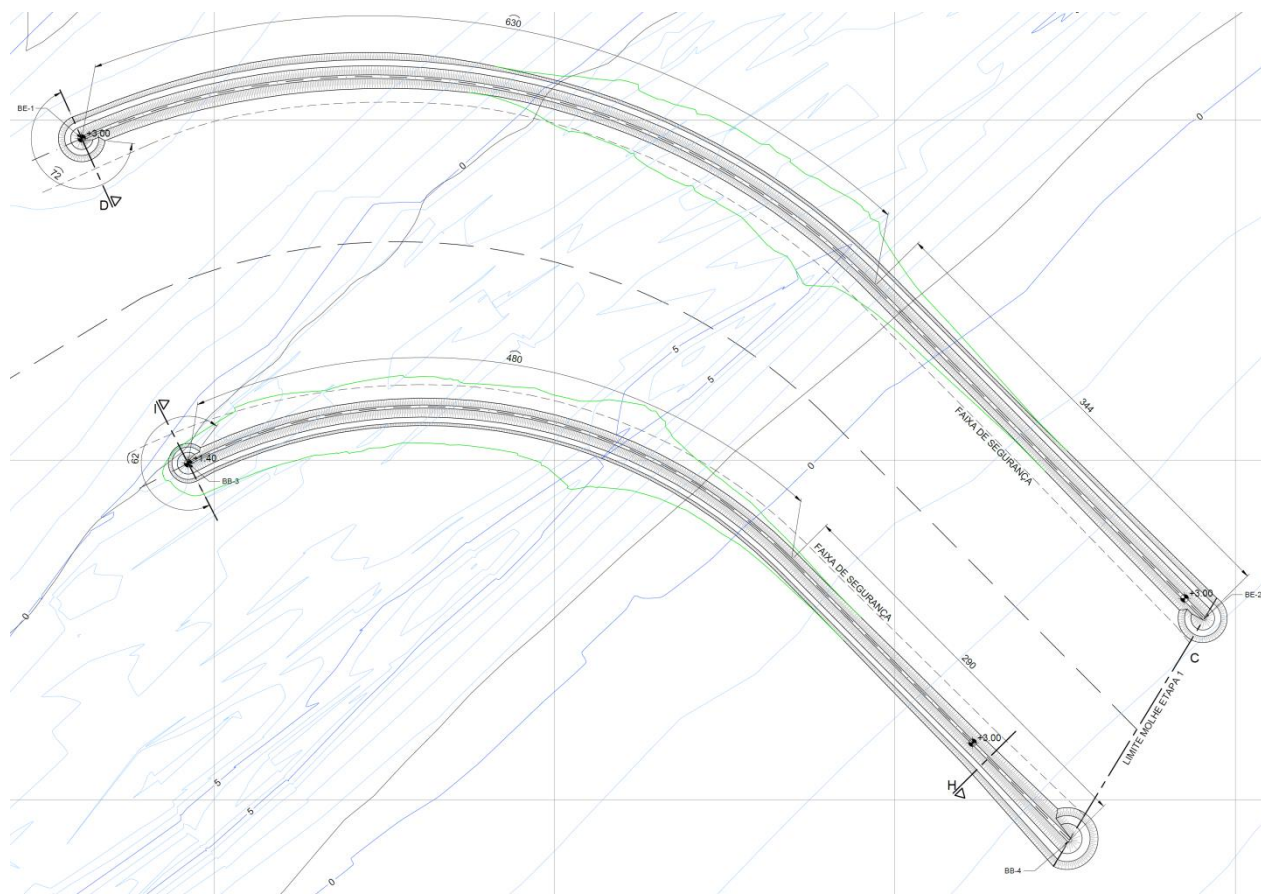


Figura 7: Arranjo geral dos molhes norte e sul – Etapa 1

Na segunda etapa, que corresponde à expansão dos molhes, serão acrescidos 146 m no molhe norte e 350 m no molhe sul.

A distância entre os molhes será variável de aproximadamente 160 a 240 m (ver anexo A na página 71).

A figura abaixo apresenta o arranjo geral dos molhes na etapa 2.



NÚMERO CB&I BRASIL:
5270089-PRJ-D-RPT-00001
NÚMERO CLIENTE:



PÁGINA:
22/71

**RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ
PROJETO BÁSICO
RELATÓRIO FINAL**

REV.:
2

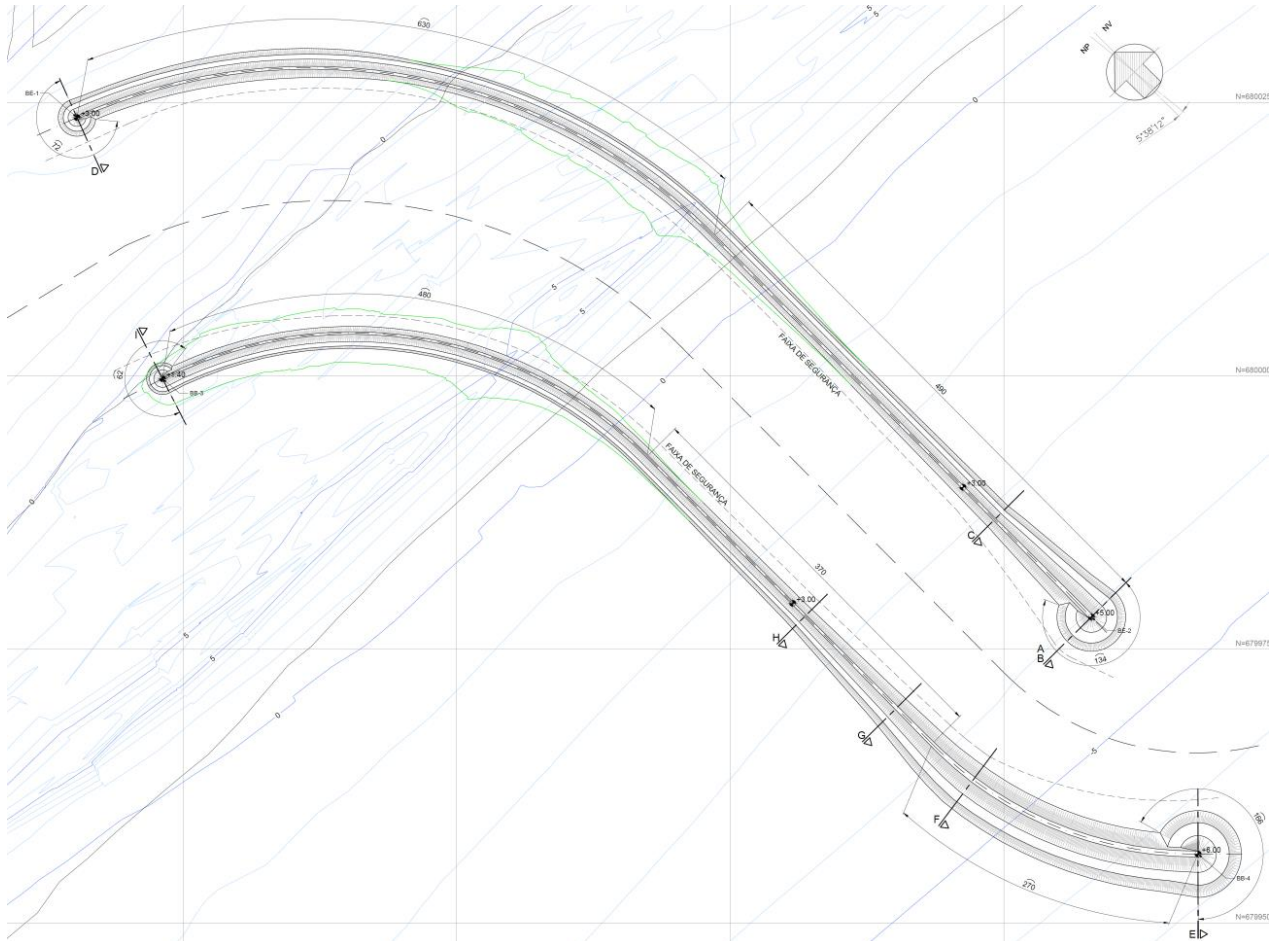




Figura 8: Arranjo geral dos molhes norte e sul – Etapa 2

Abaixo seguem os principais pontos do projeto.

7.1 MOLHES

7.1.1 Molhe Sul

O molhe sul, além de auxiliar no escoamento do rio, proverá proteção das ondas mais predominantes e severas na região. No seu perfil mais profundo será basicamente constituído de um núcleo de 1-2.000 kg e uma berma com enrocamento de 2.000-6.000 t. As cotas e larguras das bermas e coroamento calculadas são apresentadas no documento 5270089-PRJ-D-CAL-00002. As seções típicas previstas para este molhe são verificadas nas figuras a seguir.

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA: 23/71
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: 2
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			

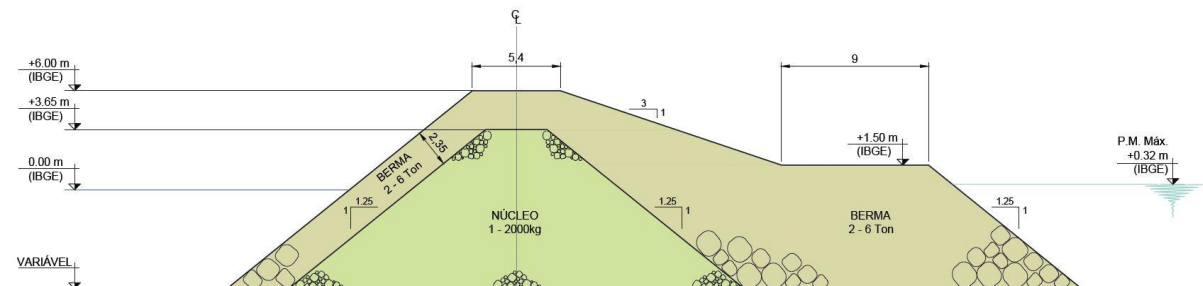


Figura 9: Molhe Sul – Seção Típica do Tronco.

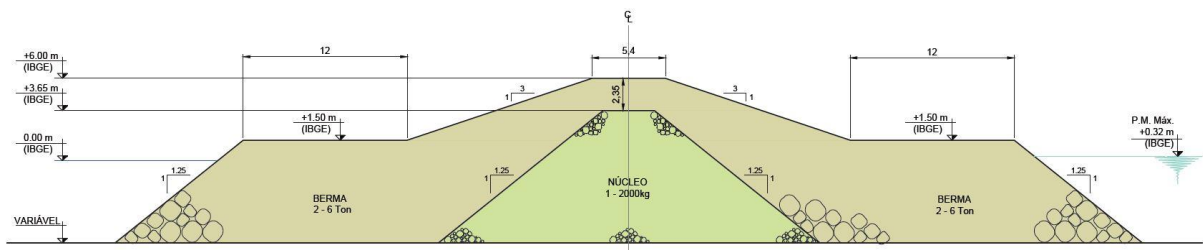


Figura 10: Molhe Sul – Seção Típica do Cabeço.

7.2 MOLHE NORTE

Na sua zona mais profunda e exposta, o molhe norte será basicamente constituído de um núcleo de 1-1.000 kg e uma berma com enrocamento de 1.000-4.000 kg. As cotas e larguras das bermas e coroamento calculadas são apresentadas no documento 5270089-PRJ-D-CAL-00002. As seções típicas previstas para este molhe são verificadas nas figuras a seguir.

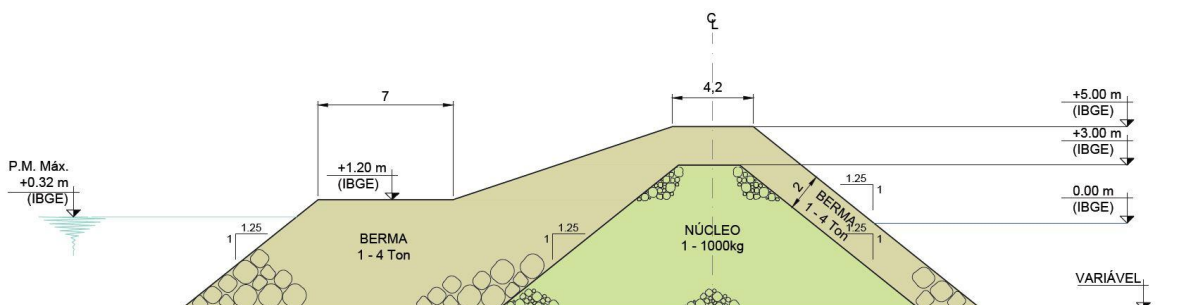




Figura 11: Molhe Norte – Seção Típica do Tronco.

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA: 24/71
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: 2
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			

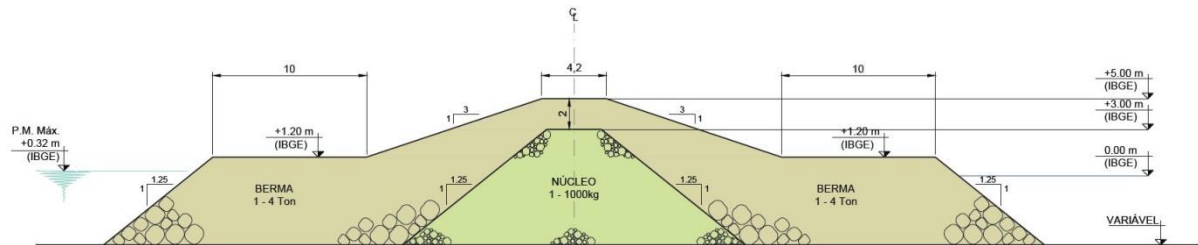


Figura 12: Molhe Norte – Seção Típica do Cabeço.

7.3 ACESSOS

Foram previstos acessos entre o canteiro de obras e o molhe norte para transporte de equipamentos e rochas.

Estes acessos serão compostos por aterro compactado e duas pontes de acesso que irão transpor o rio e o canal em frente à comunidade de Ilhas (principal e secundária respectivamente).

O acesso provisório será composto e construído conforme itens a seguir:



- 1 – 650 m de acesso por aterro compactado;
- 2 – 20 m de ponte secundária entre o continente e a ilha defronte a Comunidade de Ilhas;
- 3 – 30 m de aterro na ilha;
- 4 – 80 m de ponte principal desde a ilha até o ponto de início da construção do molhe norte.

Cabe salientar que outras soluções existem, mas implicariam em outros impactos ambientais e custos. Essas alternativas foram avaliadas ao longo do desenvolvimento do projeto e identificadas como não adequadas aos critérios.

A ponte atenderá a necessidade de manter uma condição de navegação para embarcações pesqueiras e dará condições de escoamento do rio, além do que após a conclusão das obras será utilizada como acesso de pedestres aos molhes.

7.3.1 Aterro Compactado

O aterro compactado será necessário, dadas às características do solo da região, que encontra-se saturado, e, eventualmente apresenta parte de sua área submersa. Essa área de “banhado” não apresenta capacidade de suporte, e desta forma, com a

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA: 25/71
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: 2
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			

disposição de uma camada de areia, a região apresentará condições para movimentação de máquinas.

O volume total de aterro foi mensurado em 17.000 m³.



7.3.2 Ponte

A solução será composta por duas pontes, uma principal e outra secundária. A ponte principal estará localizada na calha principal do rio Araranguá, conectada na estrutura do molhe norte. A ponte secundária estará localizada no canal adjacente ao rio Araranguá.

A figura abaixo evidencia a localização das pontes.



Figura 13. Esquema de estruturas analisadas: Ponte principal (80 m de vão) e ponte secundária (20 m de vão).

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		26/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

A ponte principal avaliada para acesso à frente de obra estará sujeita à ação de correntes de maré e fluviais em condições médias e extremas de descarga, assim como o segmento do molhe norte que será executado sobre o rio. No estudo apresentado é avaliado o comportamento da implantação dessa estrutura no fluxo de passagem de água, à montante e à jusante do empreendimento.

Foi avaliada a alternativa de transposição dos 87 metros entre a margem esquerda do Rio Araranguá e o cabeço interno do molhe norte a ser construído. Além disso, contemplou na análise hidrodinâmica a influência do canal adjacente ao rio Araranguá, onde estará localizada a ponte secundária.



As pontes (principal e secundária) necessárias para a transposição do rio Araranguá exigem uma estrutura robusta, em função da carga a qual será submetida. O dimensionamento das pontes devem suportar caminhões, os quais transitarão a mesma no período de obra. Após o término da obra, a estrutura terá a função de acesso ao molhe norte para pedestres.

A alternativa de acesso com as pontes (principal e secundária) se mostrou o limite mínimo para que os impactos, considerando a vazão de projeto, fossem aceitáveis para um período de retorno de 4 anos, sem haja risco de ocorrência de inundações na cidade de Araranguá e comunidades circunvizinhas.

7.3.2.1 Metodologia de Cálculo de Vazões

A metodologia levou em conta aspectos hidrológicos e hidrodinâmicos para a correta avaliação do comportamento hidráulico da solução de engenharia do acesso às obras. A análise hidráulica e hidrodinâmica da ponte principal de acesso às obras e da estrutura do molhe norte foi realizada através:

- Pesquisa de estações fluviométricas do Hidroweb – ANA (Agência Nacional de Águas);
- Estudo estatístico das séries históricas de fluviometria das bacias hidrográficas contribuintes no rio Araranguá;
- Determinação da vazão de projeto, baseado num período de retorno de 4 anos;
- Regionalização da vazão de projeto para o ponto de interesse no rio Araranguá;

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		27/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

- Simulação hidrodinâmica da implantação da ponte de acesso às obras, avaliando o impacto da obra de acesso junto de interação dos processos fluviométricos e oceanográficos (variação de marés);
- Conclusão do estudo.

7.3.2.1.1 *Análise Estatística*

Para realizar as simulações apresentadas neste material alguns procedimentos foram utilizados. Para a análise dos dados fluviométricos foram utilizados momentos estatísticos, modelos probabilísticos, análise de correlação entre as estações e análise de estacionariedade na série temporal de cada estação. Tal procedimento subsidia a aplicação do método de regionalização.

7.3.2.1.2 *Momentos Estatísticos*

Estas relações matemáticas caracterizam a estatística básica e são utilizadas para determinar informações complementares para análises mais complexas. Os momentos estatísticos são as condições de contorno e parâmetros de ajuste dos modelos estatísticos. Os momentos estatísticos são descritos segundo as relações:

$$M = \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

$$V^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - M)^2}{n - 1} \therefore \sigma = \sqrt{V^2}$$

$$g_{ass} = \frac{n \cdot \sum_{i=1}^n (X_i - M)^3}{(n - 1) \cdot (n - 2) \cdot \sigma^3}$$

$$CV = \frac{\sigma}{M}$$



onde:

M - média;

X - variável aleatória;

n - tamanho do vetor;

V - variância;

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		28/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

σ - desvio-padrão;

g_{ass} - coeficiente de assimetria;

CV - coeficiente de variação.

As três primeiras equações representam, respectivamente, momento 1, momento 2 e momento 3. Tais momentos são úteis para estimar parâmetros em modelos de distribuições e na análise de dispersão dos dados.

7.3.2.1.3 Modelos Estatísticos

A aplicação dos modelos probabilísticos foi auxiliada pela utilização do programa SisCAH (Sistema Computacional para Análises Hidrológicas) disponibilizado gratuitamente pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), Minas Gerais. Tal programa é destinado para dar suporte em análises estatísticas de dados fluviométricos permitindo importar o banco de dados no site da ANA (Agência Nacional de Águas). Os modelos probabilísticos utilizados no presente estudo são utilizados no SisCAH, tais como: Distribuição Gumbel, Distribuição Log-Normal tipo II, Distribuição Log-Normal tipo III e Distribuição Pearson tipo III. A utilização de cada modelo estatístico depende da magnitude do erro padrão. Onde o erro padrão pode ser calculado segundo a relação:

$$E = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Distribuição Gumbel

Esta distribuição tem sido amplamente utilizada na descrição de máximos na hidrologia, tanto para vazão quanto para precipitação. As relações funcionais desta distribuição seguem como:



$$x = \mu + \frac{\sigma_x}{\sigma_n} (b - y_n)$$

$$b = -\ln\left(-\ln\left(1 - \frac{1}{Tr}\right)\right)$$

onde:

x - magnitude do evento desejado;

b - variável reduzida;

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001	 ARARANGUÁ GOVERNO DO MUNICÍPIO	PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		29/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

y_n - média da variável reduzida;

T_r - período de retorno.

Distribuição LOG-NORMAL

As distribuições Log-Normal, segundo Brutsaert (2005), são aplicadas em análises de vazões máximas anuais. Isto porque apresentam boa capacidade de descrever o comportamento de variáveis que apresentem assimetria positiva, como é o caso da variável vazão para diferentes escalas temporais. Segundo o autor, as distribuições Log-Normal podem variar e serem classificadas de diferentes tipos, de acordo com introdução de novos parâmetros na sua função de densidade de probabilidades. A distribuição Log-Normal tipo II possui as seguintes relações:

$$K = \frac{\left(e^{\sqrt{\ln(z^2+1)}t} - \frac{\ln(z^2+1)}{2} \right) - 1}{z}$$

$$z = \frac{\sigma}{\mu}$$

onde:

t - período de retorno, anos.

A distribuição Log-Normal tipo III é dada pelas relações:



$$K = \frac{\left(e^{\sqrt{\ln(z^2+1)}t} - \frac{\ln(z^2+1)}{2} \right) - 1}{W}$$

$$W = \frac{1 - \omega^{\frac{2}{3}}}{\omega^{\frac{1}{3}}}$$

$$\omega = \frac{-\gamma + \sqrt{\gamma^2 + 4}}{2}$$

$$\gamma = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_i \left[\frac{(x_i - \mu)^3}{\sigma^3} \right]$$

onde:

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001	 ARARANGUÁ GOVERNO DO MUNICÍPIO	PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		30/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

- x - evento da amostra;
- t - período de retorno;
- σ - desvio-padrão amostral dos eventos;
- μ - média amostral dos eventos;
- n - número de eventos;
- γ - assimetria da série temporal.

Distribuição Pearson Tipo III

Também conhecida como distribuição Gamma, Brutsaert (2005) coloca que esta distribuição é aplicada para descrição de eventos de máxima vazão e eventos de mínima vazão (estiagem). No entanto, seu uso em eventos de grande magnitude é mais comum sendo reportada sua aplicação em diferentes partes do mundo, tais como: Rússia e Estados Unidos da América. As relações funcionais da distribuição seguem:



$$K = D + (D^2 - 1) \frac{\gamma}{6} + \frac{1}{3} (D - 6D) \left(\frac{\gamma}{6}\right)^2 - (D^2 - 1) \left(\frac{\gamma}{6}\right)^3 + D \left(\frac{\gamma}{6}\right)^4 + \frac{1}{3} \left(\frac{\gamma}{6}\right)^5$$

$$D = t - \frac{2,30753 + 0,2706t}{1 + 0,99229t + 0,04481t^2}$$

$$\gamma = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_i \left[\frac{(x_i - \mu)^3}{\sigma^3} \right]$$

onde:

- D - desvio-padrão amostral padronizado;
- γ - assimetria da amostra;
- t - período de retorno;
- n - número de eventos da amostra;
- x - evento da amostra.

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		31/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

7.3.2.1.4 Estacionariedade

Esta análise é aplicada para verificar a variabilidade da média e do desvio-padrão de dois subperíodos distintos da mesma série temporal. Segundo Sousa et al. (2009), a estacionariedade é verificada aplicando os testes de Student e Fisher, a fim de identificar variações de longo período no regime fluviométrico da bacia hidrográfica. O presente estudo adotou uma postura conservadora com o uso de um nível de significância de 1% ou 99% de confiança estatística.

O procedimento adotado no presente estudo segue as relações:

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

onde:

F - teste Fisher;

S₁ - variância maior;

S₂ - variância menor.

7.3.2.1.5 Correlação Estatística

A correlação estatística é utilizada para determinar o quão similar são as respostas entre duas séries temporais de fluviometria. Este procedimento estatístico ajuda na definição do grau de homogeneidade de resposta da bacia hidrográfica temporalmente e espacialmente. Assim, se a correlação é fortemente linear é possível aplicar modelos de regressão linear para estabelecer uma relação funcional entre as séries temporais.



A formulação da correlação estatística é tida como:

$$r_{x,y} = \frac{cov(x,y)}{\sqrt{\sigma_x \sigma_y}}$$

onde:

r_{x,y} - coeficiente de correlação estatística;

cov(x,y) - covariância entre as séries temporais.

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		32/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

E o modelo de regressão linear aplicado como suporte na análise dos dados fluviométricos é dado por:

$$Y = \beta_0 + X\beta_1$$

onde:

Y - variável independente;

X - variável dependente;

β_0 e β_1 - parâmetros de ajuste da regressão.

Dingman (2002) coloca que uma correlação entre variáveis é dita fortemente linear quando supera 0,73 para uma amostra maior do que 25 termos.

Através da análise estatística realizada com o auxílio do programa SisCAH, foi desenvolvida a regionalização para determinação da vazão de contribuição na bacia hidrográfica do Rio Araranguá. A regionalização é um procedimento utilizado para determinação de informações hidrológicas para áreas sem informações disponíveis. Através da regionalização se determinou a vazão de projeto para as seções sem medições fluviométricas. Segundo Novaes et.al (2007), o método mais aplicado no Brasil foi definido pela Eletrobrás (1985), onde sua premissa esta fundamentada na identificação de áreas hidrológicamente homogêneas. Este método é conhecido como método tradicional, o qual foi aplicado no presente estudo.

7.3.2.1.6 Regionalização



Segundo Sousa (2009), o procedimento normalmente empregado na utilização do Método Tradicional envolve a definição prévia das regiões hidrológicamente homogêneas e, em um segundo momento, a obtenção das equações que permitem associar a vazão com variáveis topológicas e climáticas.

A análise de regressão investiga como as variações em uma ou mais variáveis independentes afetam a variação da variável dependente. A função matemática que relaciona as variáveis é da forma:

$$Q = F(C1, C2, C3, C4, \dots, Cn)$$

onde:

Q - vazão estimada;

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		33/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

C - variável independente;

n - número de variáveis independentes.

Onde a variável independente é tida como a área das bacias de interesse.

7.3.2.2 Determinação da Vazão de Projeto

Pare este estudo foi aplicado o Método Tradicional na determinação da vazão de projeto contribuinte no exutório da bacia hidrográfica do Rio Araranguá. A área de estudo apresentou alto grau de homogeneidade no regime fluviométrico.

Das três estações fluviométricas aplicadas no estudo, uma foi aplicada na regionalização e duas serviram de suporte para análise de correlação e estacionariedade. Logo, na Tabela 6 estão as descrições adicionais das estações fluviométricas (Hidroweb – ANA) utilizadas no estudo hidrológico de regionalização.

Código	Nome da Estação	Latitude	Longitude	Área de Contribuição (km²)
84820000	Forquilha	-28,7487	-49,4849	523
84850000	Maleiro	-28,8391	-49,6338	344
84950000	Taquaruçu	-28,9579	-49,6033	970

Tabela 6. Estações Fluviométricas.



Novaes et al. (2007) coloca que deve haver uma razão de proporcionalidade das áreas de contribuição em torno de 3 para o emprego do procedimento de regionalização.

Na Tabela 7 estão os resultados da análise de proporcionalidade para a estação fluviométrica selecionada (Taquaruçu – 84950000) para a regionalização da vazão de projeto para área de contribuição na seção (Araranguá - 84953000) de interesse no rio Araranguá.

Área da Bacia do Rio Araranguá (84953000)	Área de Contribuição de Taquaruçu (84950000)	Razão
2700 km ²	970 km ²	2,78

Tabela 7. Análise de Proporcionalidade entre Áreas de Contribuição.

De acordo com os resultados da Tabela 7, o quesito da proporcionalidade é atendido. Assim, Tucci (2001) coloca que a adequação desta razão evita a propagação de erros na regionalização de vazões.

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001	 ARARANGUÁ GOVERNO DO MUNICÍPIO	PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		34/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

Para embasar o emprego da técnica de regionalização no presente estudo, análises de correlação estatística foram feitas para as estações disponíveis na bacia hidrográfica do Rio Araranguá.

Na Tabela 8 são apresentados os resultados de correlações para as estações fluviométricas.

Código	Taquaruçu – 84950000	Maleiro – 84850000	Forquilha – 84820000
Taquaruçu – 84950000	1,00	0,84	0,89
Maleiro – 84850000	0,84	1,00	0,78
Forquilha – 84820000	0,89	0,78	1,00

Tabela 8. Correlação Estatística

Os resultados de correlações, para as estações fluviométrica disponíveis ao longo da rede de drenagem da bacia hidrográfica do Rio Araranguá, mostraram linearidade de resposta do regime de vazões na região, indicando homogeneidade na resposta hidrológica ao longo da bacia.

As séries temporais analisadas compreendem os períodos de 1945 a 1985 e de 1990 até 2004. O período entre 1986 até 1989 demonstrou discrepâncias de consistência através da análise de estacionariedade. Assim, 55 anos de dados fluviométricos diários válidos foram empregados na caracterização dos extremos de vazão no exutório da bacia hidrográfica do Rio Araranguá, na área de implantação de acessos às obras.



Para a estação fluviométrica (Taquaruçu – 84950000) aplicada na regionalização da vazão contribuinte no exutório da bacia do Rio Araranguá, as vazões para diferentes períodos de retorno foram calculadas, segundo os modelos probabilísticos supracitados.

Na Tabela 9 estão resumidos os valores da análise de máximos para a estação de referência (Taquaruçu) do presente estudo.

Período de Retorno – Tr (anos)	2	4	5	10
Vazão – Q (m³/s)	490	629	664	763

Tabela 9. Vazões Máximas Taquaruçu (84950000).

A Tabela 10 traz os resultados da regionalização para as vazões máximas para área de contribuição da bacia hidrográfica do Rio Araranguá.

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		35/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

Período de Retorno – Tr (anos)	2	4	5	10
Vazão de Projeto – Q (m³/s)	1362	1748	1845	2121

Tabela 10. Vazões Máximas Regionalizadas.

A vazão de projeto empregada na análise foi de magnitude de 4 anos de período de retorno (**Q_{Tr} igual a 1748 m³/s**), o que significa uma vazão específica de 647 L/s.km². Isto representa uma alta taxa de geração de escoamento superficial apresentando potencial risco de enchente ao longo da bacia do Rio Araranguá, frisando que a vazão específica média, da Região Hidrográfica Atlântico Sul, é igual a 22 L/s.km².



7.3.2.3 Simulação da Alternativa para Transposição do Rio

O primeiro trecho da obra do molhe norte está assentado no Rio Araranguá, mantendo uma passagem de aproximadamente de 90 m de largura contados a partir do centro do cabeço até a margem esquerda do rio. Esta passagem deverá ser transpassada para a execução do projeto.

A alternativa de construção das pontes (principal e secundária) foi simulada empregando o *software* HEC-RAS (HEC, 2008). O modelo caracteriza-se por ser um modelo unidimensional, de fundo fixo, capaz de efetuar os cálculos dos perfis de superfície da água em escoamento permanente e não permanente, em canais com superfície livre. Este modelo numérico permite a avaliação do comportamento hidrodinâmico de estruturas hidráulicas – pontes, bueiros, galerias, etc., na alteração das planícies de inundação, bem como mudanças nos perfis de superfície da água devido à construção de canais e dique.

Desta forma, os principais dados de entrada são: a geometria do canal, condições de contorno, contribuição do fluxo lateral e valores de rugosidade para o coeficiente “n” de Manning.

Nas tabelas a seguir serão apresentada as condicionantes de montante e de jusante para o modelo numérico hidrodinâmico HEC-RAS.

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA: 36/71
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: 2
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			

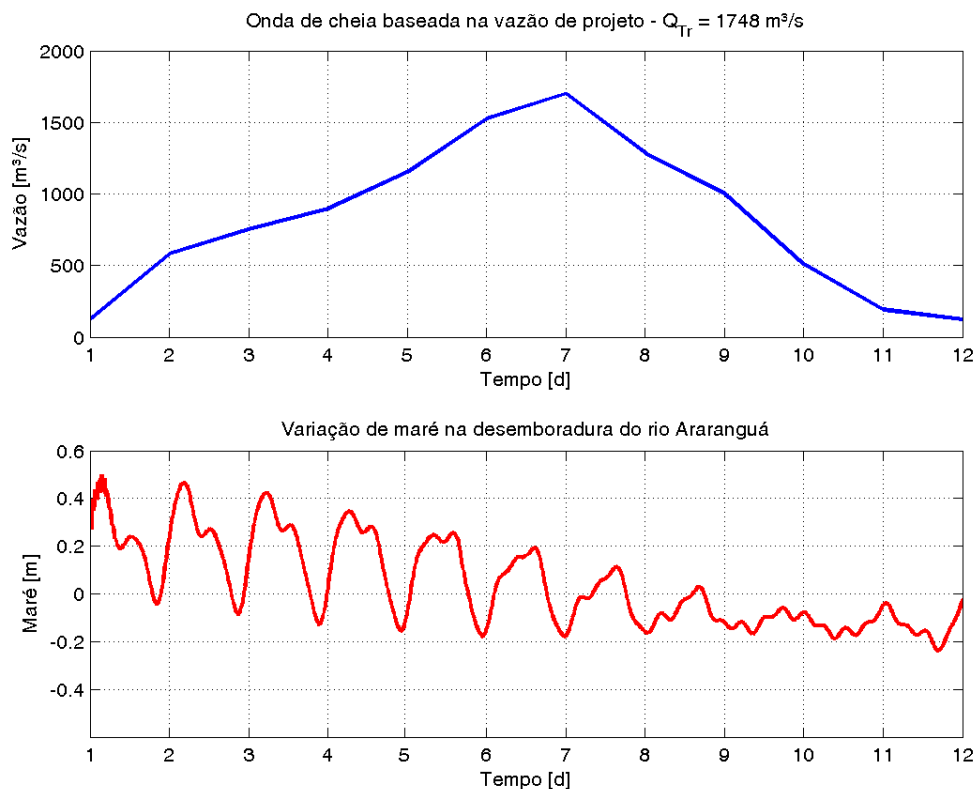




Figura 14. Condições de contorno: Onda de Cheia à montante; Variação de Maré à jusante.

O estudo hidrodinâmico foi baseado num evento de vazão de magnitude de período de retorno de 4 anos. Este evento com magnitude referente ao período de retorno de 4 anos representa um risco de ocorrência de 25%, ao longo da execução da ponte de acesso. Um risco igual a 25% demonstra que o evento hidrológico de período de retorno igual a 4 anos é passível de ocorrer, o que não onera o custo da implantação das pontes de acesso temporário. Isto acontece porque o emprego de um evento hidrológico com maior período de retorno reduziria o risco de sua ocorrência, no entanto, aumentaria o custo da obra, a qual será temporária e de suporte a execução da solução final de engenharia na desembocadura do rio Araranguá.

A alternativa compreende a implantação das duas pontes conectando a margem esquerda do rio com o ponto de construção do cabeço interno do molhe norte. A ponte principal (vão de 80 m de comprimento), localizada na calha do rio Araranguá, foi analisada com maior rigor, isto porque o impacto na hidrodinâmica do rio Araranguá é devido ao molhe norte obstruir parte da seção transversal do rio.

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001	 ARARANGUÁ GOVERNO DO MUNICÍPIO	PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		37/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

A ponte secundária (vão de 20 m de comprimento) localizada no canal adjacente ao rio Araranguá, e não impactará de forma significativa o escoamento na área de estudo.

No modelo numérico hidrodinâmico HEC-RAS foram considerados os efeitos hidrodinâmicos do molhe norte e das pontes (principal e secundária). Sendo a ponte principal e a estrutura do molhe norte os componentes mais importante para avaliar o impacto da obra de acesso.

Para esta simulação a estrutura da ponte principal possui um vão de 80 metros e uma largura de 5 metros. Sabendo que a distância da margem esquerda do rio até o cabeço interno do molhe norte é de 87 metros, se faz necessário um aterro na margem esquerda para total transposição do rio. Segundo os resultados encontrados na simulação hidrodinâmica, para o evento de período de retorno de 4 anos não há a ocorrência de galgamento da estrutura do molhe norte e/ou de afogamento da ponte (**Erro! Fonte de eferência não encontrada.**).

Tr (anos)	Cota da coluna de água (m - IBGE)	Cota de Soleira da Ponte Principal e Secundária (m - IBGE)	Risco de ocorrência* (%)	Efeito Hidráulico
4	1,25	2,30	25	Remanso a montante da ponte



*risco de ocorrência durante o período de execução da obra de acesso

Tabela 11. Resultados Hidrodinâmicos.

Ocorre o efeito hidráulico de remanso ocasionado pela estrutura do molhe norte. O remanso, em relação às condições atuais do rio Araranguá, eleva em 0,45 m a coluna d'água do rio, à montante das pontes e da estrutura do molhe norte. Além disso, aumento a velocidade de corrente de 1,65 m/s para 2,60 m/s, durante a passagem de uma onda de cheia com vazão de pico igual à vazão de projeto ($Q_{Tr} 4 \text{ anos} = 1748 \text{ m}^3/\text{s}$).

Segue baixo (Figura 14) o croqui da ponte principal junto da estrutura do molhe norte. A ponte secundária está logo a esquerda do aterro da ponte principal, onde cerca de 10 % da vazão total irá escoar através do canal adjacente à calha principal do rio Araranguá.

Tal representação da ponte no modelo numérico HEC-RAS é simplificada, onde o modelo demanda das características físicas da ponte para a correta análise hidrodinâmica. Desta forma, o desenho da estrutura não influencia na análise hidráulica e hidrodinâmica.

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA: 38/71
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: 2
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			

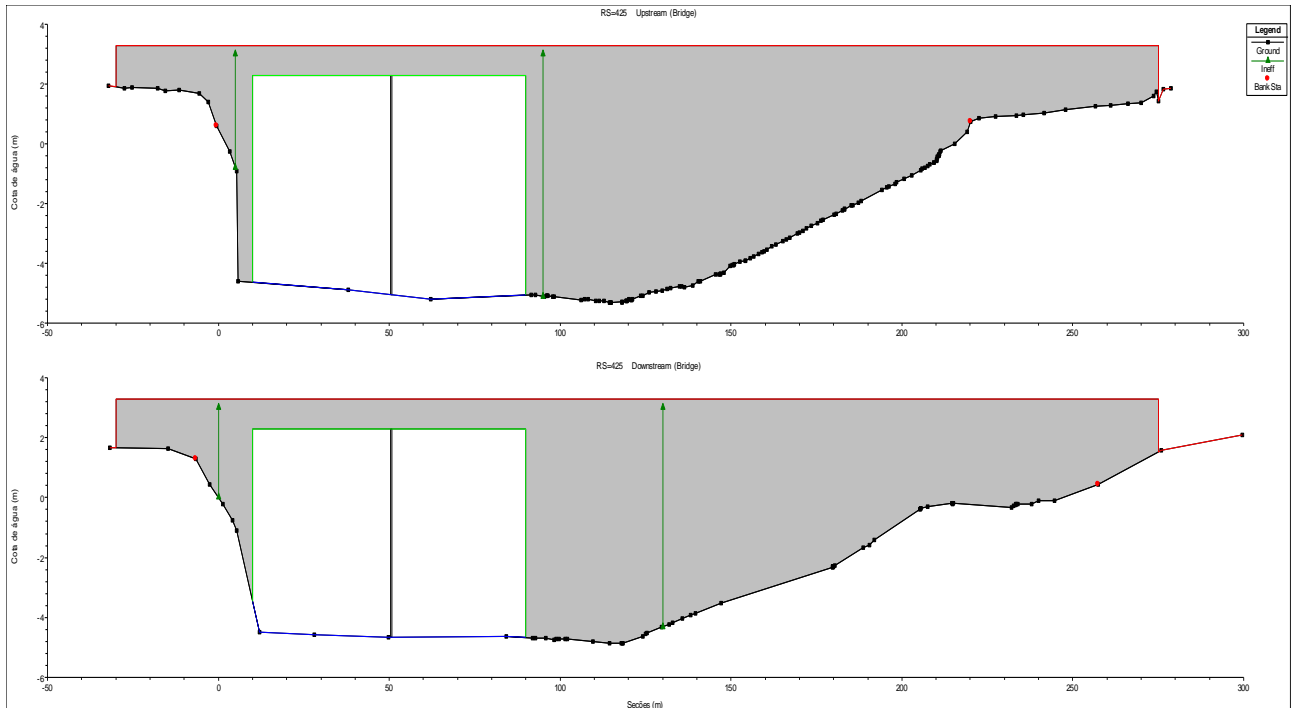


Figura 15. Ponte principal e estrutura do molhe norte ao longo da seção transversal do rio Araranguá.

Na Figura 16 está representado o perfil hidráulico determinado pela implantação da estrutura do molhe norte e da ponte principal na calha principal do rio Araranguá.

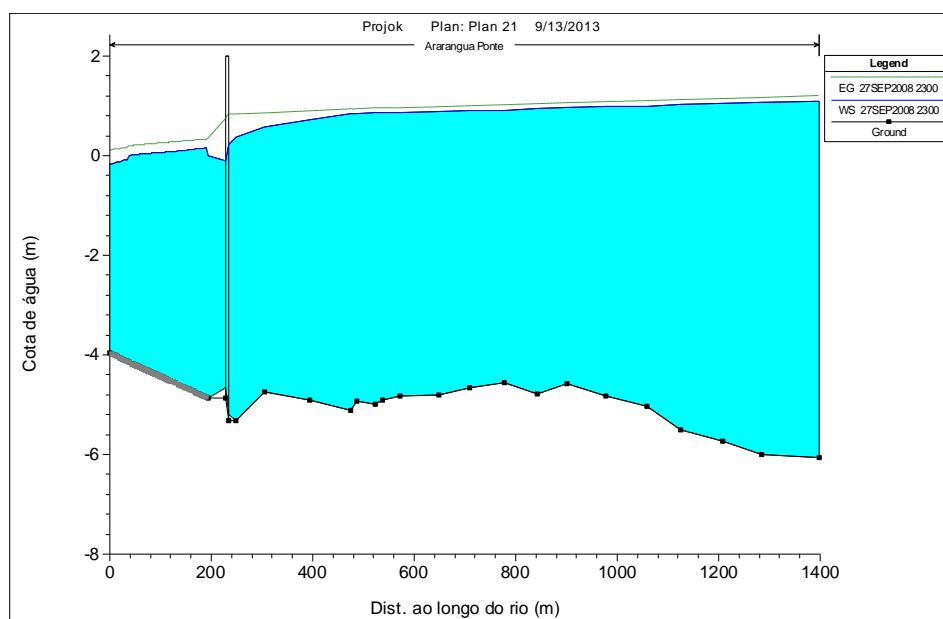




Figura 16. Perfil hidráulico – Rio Araranguá escoando da direita para esquerda.

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		39/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

O estrangulamento do rio Araranguá devida à estrutura do molhe norte, irá ocasionar um aumento de velocidade circunvizinho à ponte principal e ponte secundária. No entanto, a ponte principal estará sob influência de correntes da ordem de 2,60 m/s, o que favorecerá a erosão das margens e da fundação da ponte durante a ocorrência de eventos hidrológicos na bacia do Rio Araranguá.

7.4 DRAGAGEM E DESPEJO DO MATERIAL DRAGADO

Os resultados apresentados nesta seção são advindos dos documentos 5270089-PRJ-D-NTE-00001(MEMORIAL DESCRITIVO DE DRAGAGEM) e 5270089-PRJ-D-CAL-00001 (MEMÓRIA DE CÁLCULO VOLUME DE DRAGAGEM), que devem ser consultados para maiores detalhamentos.

A dragagem será executada na região entre os molhes a uma dragagem na cota -5,0 m, mantendo a mesma profundidade adotada no projeto anterior. Esta irá permitir a navegação entre os molhes das embarcações de projeto e irá auxiliar no escoamento da água.

Admitindo-se a premissa de que a construção dos molhes é apenas mais uma medida dentre outras que buscam a melhoria das condições de alagamento da cidade de Araranguá e que os resultados esperados somente virão após a conclusão da obra como um todo, a CB&I sugere que seja estudada a solução de, além de construir os molhes em duas etapas, realizar a dragagem da mesma forma.



Para isso, o canal seria dragado na primeira etapa à -2,0m IBGE e quando da segunda etapa à -5,0m.

O material retirado será enviado para a disposto por meio de tubulações em área de dunas localizadas a 500 m do molhe norte.

Considerou-se que esta areia dragada não está contaminada, fato esse que deve ser confirmado com análises químicas, através de amostragem de sedimentos, conforme resolução CONAMA 454. Caso haja material contaminado, o cronograma deverá ser reavaliado.

Foram previstos apenas serviços de dragagem para a implantação de todo o canal de navegação proposto. Nenhum serviço de desmonte subaquático foi considerado.

Para implantação da profundidade de projeto, deve ser calculada a área em que a mesma deverá estar presente, assim como as áreas representadas pelo talude a ser realizado para garantir a estabilidade do material e das feições de fundo. Neste projeto foi utilizada

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		40/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

uma inclinação de talude de 1V:6H. Normalmente, este valor é adequado para areias finas, o tipo de solo encontrado na região.

Todo o processamento dos dados e a obtenção dos resultados dos quantitativos de volume de dragagem para o canal de navegação projetado para o trecho foram realizados através do uso do *software* AutoCAD Civil 3D. Este *software* permite a realização de comparações entre diferentes superfícies projetadas, assim como a confecção automática de seções transversais ao longo de trechos, fornecendo quantitativos de volumes de aterro e dragagem.

O método de cálculo utilizado para a estimativa é o *Average End-Area*, que consiste na obtenção das médias das áreas entre interperfis. Seu conceito geral é que o volume total de um determinado material é calculado pela área entre dois perfis subsequentes e a distância perpendicular entre os mesmos. Para o volume de um material composto por várias seções a equação é dada por:

$$V = \sum L \frac{A_1 + A_2}{2}$$

Onde:

V – volume [m³];

L – distância perpendicular entre duas seções transversais consecutivas [m];

A₁ – área da seção 1 [m²];



A₂ – área da seção 2 [m²].

Foram gerados 72 perfis transversais ao eixo central do canal de navegação, com espaçamento de 20 metros. Estes perfis foram computados pelo *software* AutoCAD Civil 3D, que realiza uma interpolação entre os dados de cada perfil e o perfil subsequente, de forma a contemplar todo o volume interno do canal.

O volume de dragagem calculado para o canal de navegação projetado foi de 748.050 m³.

Para o cálculo do prazo de execução da dragagem, foi considerado o volume de disposição que é uma função entre mistura de material sólido e água, proveniente da atividade de dragagem.

O volume *in situ*, em razão de volume a ser despejado, assim como a porcentagem relativa entre material sólido e água considerado, são apresentados na Tabela 12.

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		41/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

VOLUME <i>IN SITU</i>	TAXA DE SÓLIDOS	VOLUME DE DISPOSIÇÃO
748.050 m ³	20 %	3.740.250 m ³

Tabela 12: Volume in situ e volume de disposição do material a ser dragado.



O prazo estimado total para a dragagem foi de 1,3 meses.

PARÂMETROS	VALORES
DADOS DE ENTRADA	
Porcentagem de sólidos no processo de dragagem	20 %
Volume <i>in situ</i> a ser dragado	748.050 m ³
Velocidade do bombeamento	3 m/s
Diâmetro da tubulação de sucção e recalque	0,7 m
Eficiência do processo de dragagem	70 %
Horas trabalhadas por semana	120 h
Semanas por ano	52,2 semanas/ano
Número de dragas	2
RESULTADOS	
Produtividade de uma draga	4.156 m ³ /h
Produtividade real de uma draga	2.909 m ³ /h
Volume total da mistura	3.740.250 m ³
Tempo para completar a atividade (uma draga)	10,7 semanas
	2,5 meses
Tempo para completar a atividade (duas dragas)	5,4 semanas
	1,3 meses

Tabela 13: Premissas e prazo para dragagem.



7.5 MODELAGENS NUMÉRICAS

Os resultados apresentados nesta seção são advindos do documento 5270089-PRJ-D-RPT-00002 (RELATÓRIO GERAL DE MODELAGEM NUMÉRICA).

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		42/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

7.5.1 Modelo de Inundação

Na Tabela 14, são apresentados os valores máximos de elevação do rio em cada Ponto de Controle e em cada evento de vazão considerado, bem como a máxima diferença entre o nível do rio no cenário atual e a alternativa com molhes.

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001	 ARARANGUÁ GOVERNO DO MUNICÍPIO	PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		43/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

Evento	Ponto de controle	Atual	Alternativa Molhes	
		Nível Máx.	Nível Máx.	Máx. Dif.
#1	PC 1	4,00	3,70	0,30
	PC 2	2,90	2,40	0,50
	PC 3	1,70	1,10	0,60
	PC 4	1,40	0,90	0,50
#2	PC 1	4,50	4,40	0,10
	PC 2	3,60	3,25	0,35
	PC 3	2,10	1,40	0,70
	PC 4	1,60	0,90	0,70
#3	PC 1	4,90	4,80	0,10
	PC 2	4,00	3,80	0,20
	PC 3	2,50	1,50	1,00
	PC 4	1,90	1,00	0,90



Tabela 14: Valores de máxima elevação do nível do rio (m) e máximas diferenças entre o cenário atual e alternativa (m) ao longo da simulação para cada ponto de controle analisado.

Os cenários simulados indicam que a alternativa de abertura e fixação da barra proposta gera, durante eventos extremos de vazão, uma diminuição dos valores de máxima cota alcançada pelo rio e, conseqüentemente, a diminuição das áreas inundadas em comparação ao cenário atual. No entanto, pode-se concluir que a fixação da barra por meio da construção de molhes não impede que a inundação ocorra.

Adicionalmente, nota-se que o nível tarda mais a subir, em cerca de no mínimo 6 horas, o que propicia maior tempo para ações de resposta por parte da defesa civil, bem como promove escoamento mais rápido da enchente.

A maior diferença do nível máximo atingido pelo rio durante os eventos de vazão comparando a alternativa com molhes ao cenário atual foi de até 1,0 m. Além disso, os resultados das simulações com a alternativa indicam que a implantação da obra favorece o escoamento das águas, diminuindo o período em que as áreas ficam inundadas. Esse efeito foi observado principalmente na porção do domínio de modelagem situado mais a montante do Rio Araranguá, entre a cidade e a ponte da BR-101.

Os resultados obtidos indicam que a alternativa estudada exerce maior influência na diminuição do pico de nível do rio em eventos de enchente não tão extremos quanto a que ocorreu em 1995 (e nem por isso não críticas), tal como o Evento 1, simulado com série temporal de vazão de 1995 reduzida em 25%. Em eventos de enchente de maior

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		44/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

magnitude (Eventos 2 e 3), as alternativas possuem menor influência na redução do máximo nível do rio, porém propiciam uma diminuição no período de permanência da inundação, escoando mais rápido após o máximo valor atingido pelas águas.

A hidrologia do Rio Araranguá possui um comportamento singular, dominado por longos períodos de baixa vazão ($Q_{90\%}$ de aproximadamente $6 \text{ m}^3/\text{s}$, segundo série histórica de vazão da ANA) e eventos de vazão extrema durante poucos dias (vazão superior a $3000 \text{ m}^3/\text{s}$). Esse comportamento do rio, associado à elevada energia de ondas e intenso transporte de sedimentos ao longo da costa, faz com que a desembocadura do rio seja um local de grande deposição sedimentar, o que favorece o assoreamento do canal.



Quando não há um direcionamento do fluxo, a barra do rio tende a assorear, e o fluxo da corrente de maré vazante torna-se mais difuso, favorecendo ainda mais a deposição de sedimento.

Os testes conduzidos neste estudo consideraram as alternativas estruturais/batimétricas estáticas, da forma como foram propostas. A ausência de planos e ações de manutenção das profundidades do canal e consequente assoreamento da região da desembocadura (natural ou com molhes) influencia a eficiência hidráulica do canal, podendo diminuir os benefícios associados à obra durante eventos extremos de vazão fluvial e inundações associadas. Essa hipótese foi testada através dos modelos numéricos de morfologia, e os resultados são apresentados na seção 7.4.2 (MODELO MORFOLÓGICO) a seguir.

7.5.2 Estudos Morfológicos e Transpasse de Sedimentos

A fim de avaliar necessidades de dragagem de manutenção da profundidade após um ano, a batimetria final foi inserida como dado de entrada no modelo de inundação, com o intuito de verificar se a sedimentação geraria interferência na eficiência da obra durante eventos extremos. Foi simulada a vazão mais crítica (1995 + 25%) e os resultados para os pontos de controle indicam que a eficiência da obra não foi comprometida pela sedimentação após 1 ano. Logo, não será necessária dragagem de manutenção constante, pois a própria vazão do rio fará a dragagem naturalmente.

Para cada alternativa foi realizada um simulação morfológica equivalente a um período de 1 ano. Os resultados dos cálculos de transporte residual de sedimentos obtidos são apresentados na Figura 17.



	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		45/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

Nos padrões encontrados após um ano de simulação ressalta-se que o transporte de sedimentos é mais intenso na zona de arrebenção, e o transporte residual de sedimentos ocorre com direção de sul para norte, condizente com o padrão esperado, tendo em vista que a deriva litorânea de sedimentos ao longo de praticamente toda a costa de Santa Catarina tem direção de sul para norte, incluindo as áreas adjacentes ao município de Araranguá.

Além do padrão geral de transporte, padrões locais próximos à desembocadura são notados. Em regiões como essas, o padrão de transporte sofre influência dos fluxos da vazão do rio, e de feições típicas de desembocaduras de rios e baías, como os deltas de maré que geralmente se formam próximo à comunicação desses sistemas com o mar.

Os resultados da influência da adição de molhes no transporte de sedimentos na área de estudo podem ser observados na Figura 18.

A presença de molhes funciona como uma barreira para o fluxo de sedimentos de sul para norte, gerando uma zona de acréscimo de sedimentos junto ao molhe sul, e uma zona de sombra na região logo ao norte da do molhe norte. Essa zona de sombra apresenta menores velocidades de correntes e taxas de transporte, que voltam a aumentar à medida que avançam em direção ao norte.

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA: 46/71
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: 2
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			

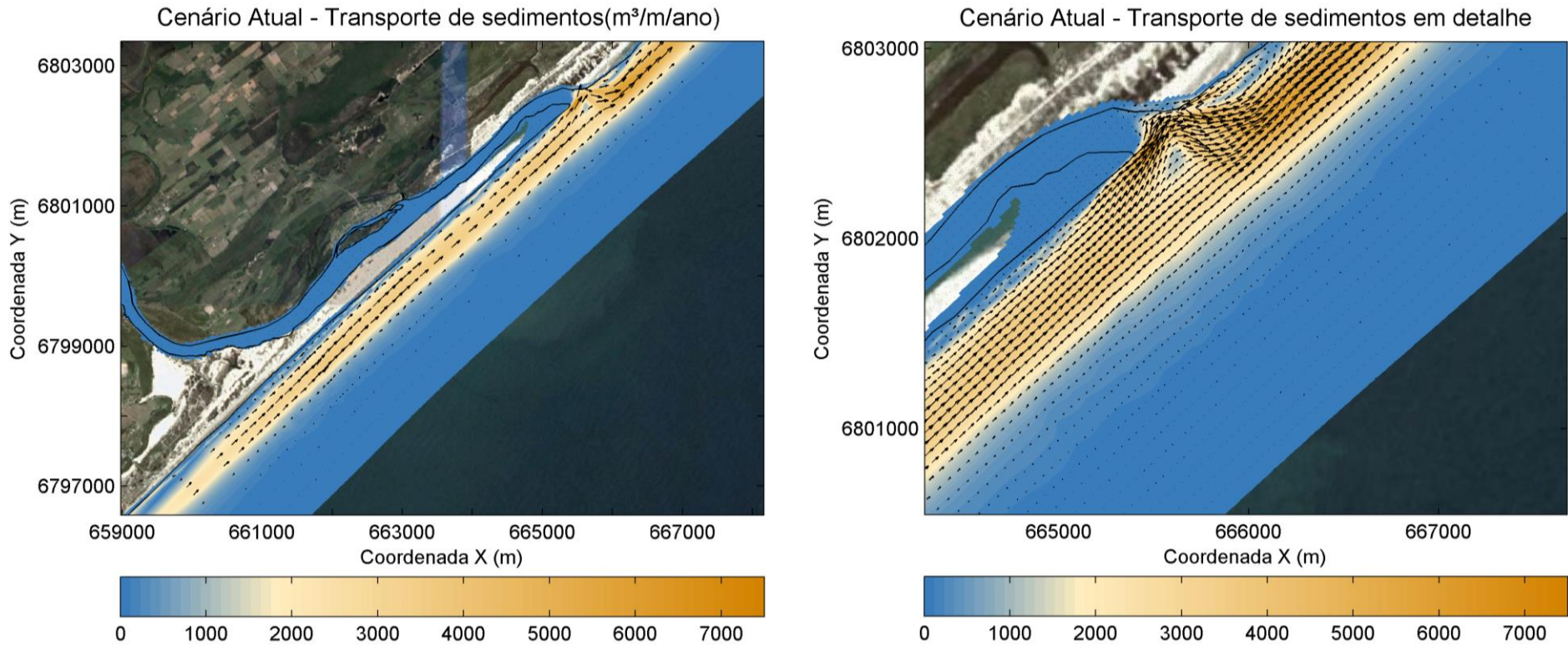


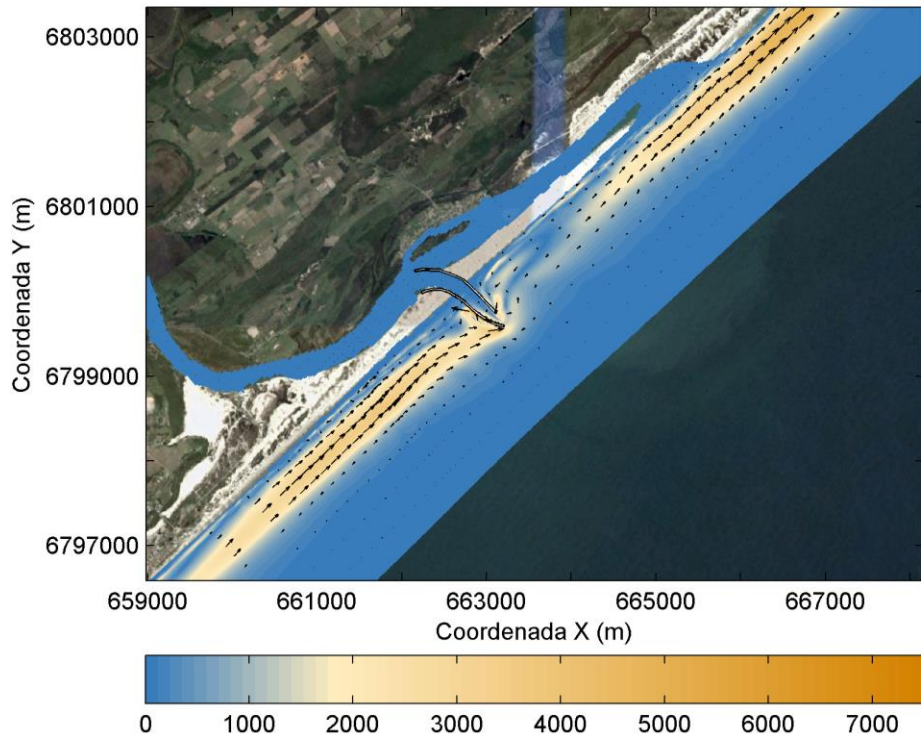


Figura 17. Transporte residual de sedimentos após um ano de simulação (cenário atual).

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA: 47/71
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: 2
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			

Alternativa com Molhes: Transporte de sedimentos (m³/m/ano)



Alternativa com Molhes: após 1 ano - Erosão/Sedimentação (metros)

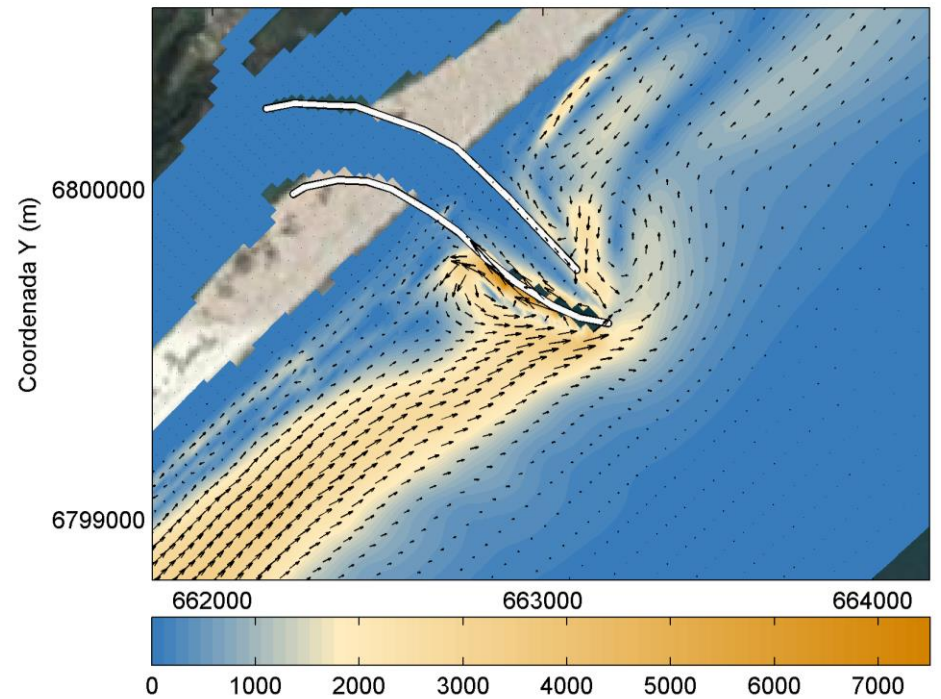




Figura 18. Transporte residual de sedimentos após um ano de simulação (cenário com molhes).

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA: 48/71
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: 2
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			

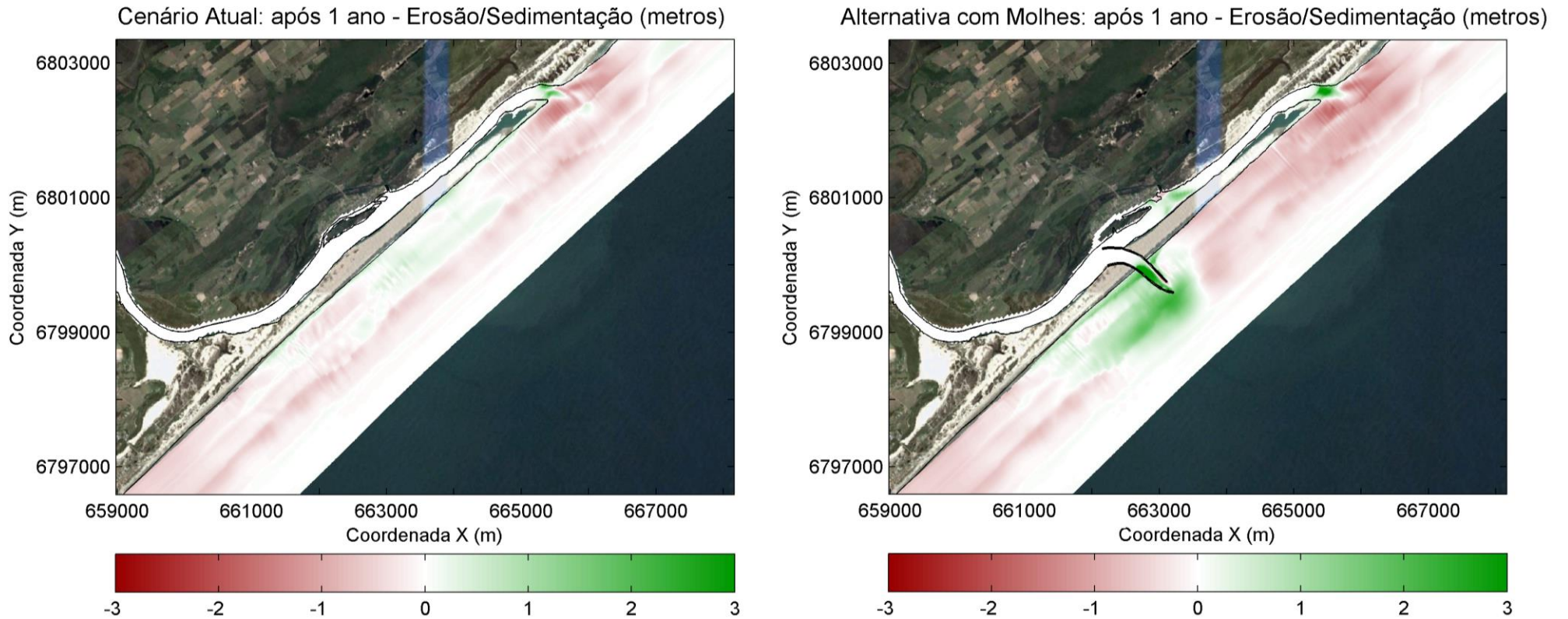




Figura 19. Contornos de erosão (vermelho) e deposição (verde) após um ano de simulação considerando o cenário atual (esq) e o cenário proposto (dir).

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001	 ARARANGUÁ GOVERNO DO MUNICÍPIO	PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		49/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

Ondas do quadrante sul e sudeste tendem a transportar esse sedimento retido pelo molhe, e depositar à frente do canal de acesso. Quando a ondulação for de quadrante leste e nordeste, esse sedimento tende a ser empurrado para dentro do canal. Uma vez dentro do canal, este pode ser removido em eventos extremos de vazão do rio ou por dragagens periódicas.

As simulações foram conduzidas com vazões médias do rio – Q55 – ou seja, em 55% do tempo a vazão apresentará um valor igual ou superior a esse. A tendência natural é que a região do canal (natural ou artificial) tenha variabilidade periódica em sua profundidade, associadas à velocidade do fluxo e vazão do rio.

Durante períodos de alta pluviosidade, o fluxo mais intenso promove reabertura do canal e aprofundamento natural deste. Durante estiagem, a deposição é favorecida. Para condições médias, houve deposição de cerca de 1 metro em frente à desembocadura atual no cenário sem molhes, e cerca de 2 a 3 metros de sedimento entre os molhes.

7.5.3 Salinidade



Os dados de perfis verticais de salinidade medidos em diversos pontos ao longo do Rio Araranguá, Rio Itoupava e Rio Mãe Luzia são os mesmos do projeto anterior realizado pela CB&I.

Em função da adaptação da grade numérica para a nova alternativa, a calibração do modelo de salinidade foi revista. O presente documento apresenta os resultados dessa calibração, bem como a comparação entre as alternativas (com e sem molhes). Busca-se definir de forma mais objetiva os efeitos da fixação e aprofundamento da foz do Rio na cultura do arroz irrigado.

Na calibração do modelo em etapas anteriores, foram obtidos os seguintes resultados, evidenciados na tabela abaixo.

Pontos de Controle	Dados medidos		Dados modelados	
	Superfície	Fundo	Superfície	Fundo
Balsa	10	24	10	29
Ponte BR-101	2.9	23.4	2	30
Rio Itoupava	1	21	0	20
Rio Mãe Luzia	1.6	21	4.1	30

Tabela 15: Calibração do padrão de intrusão da cunha salina no Rio Araranguá para o modelo apresentado em 2011 (CPE, 2011).

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA: 50/71
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: 2
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			

Durante a revisão da calibração, todos os pontos de coleta de dados de salinidade foram considerados. As seções são 35 ao todo, e suas localizações são apresentadas na Figura 63.



Figura 20: Localização das seções de salinidade medidas em campo.



NÚMERO CB&I BRASIL:
5270089-PRJ-D-RPT-00001
NÚMERO CLIENTE:



PÁGINA:
51/71

**RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ
PROJETO BÁSICO
RELATÓRIO FINAL**

REV.:
2

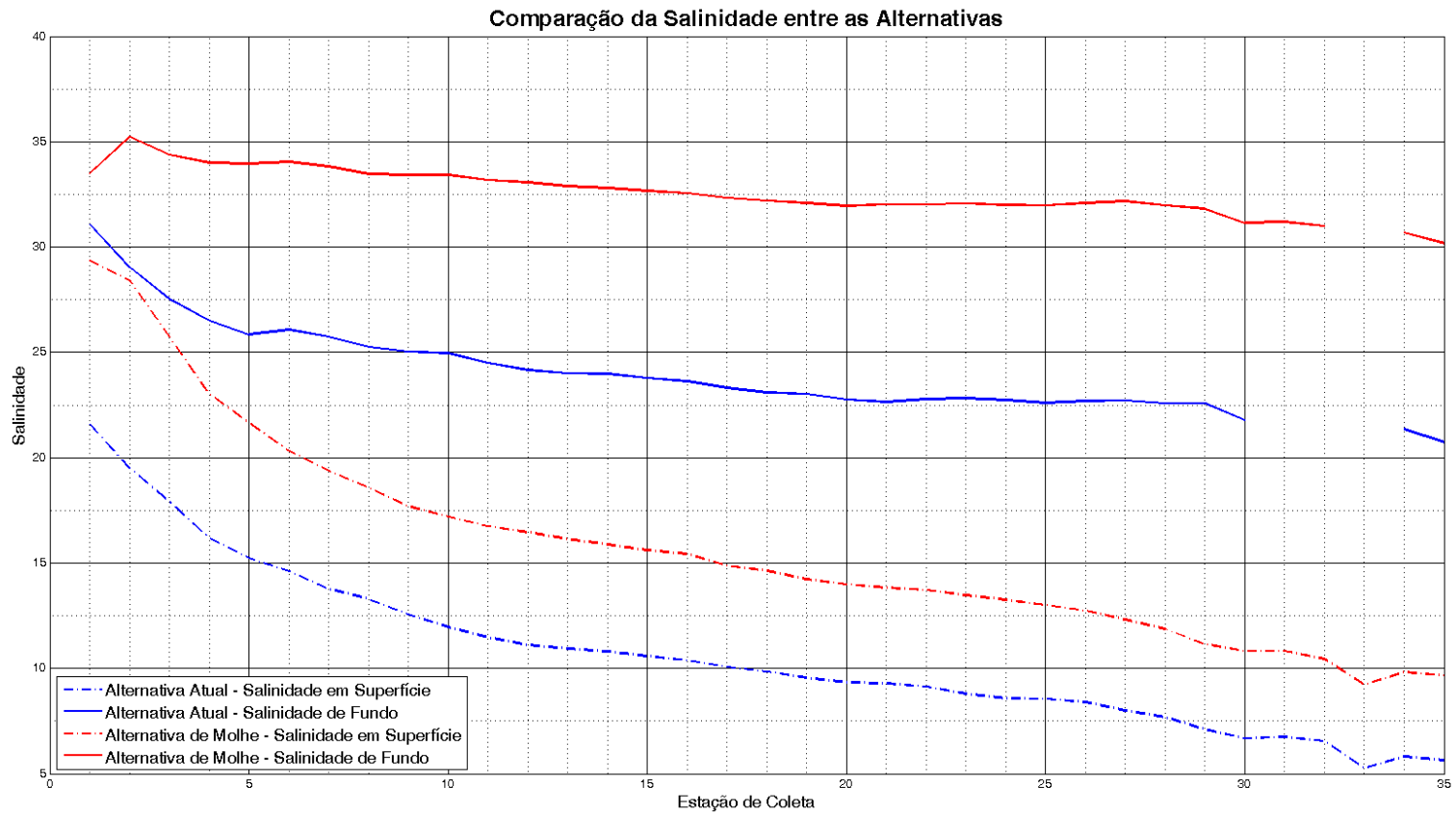




Figura 21: Valores de salinidade de superfície e de fundo para as alternativas simuladas (com e sem molhes) ao longo das 35 estações de amostragem ilustradas na Figura 20.

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		52/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

A vazão selecionada foi a vazão associada ao Q95. A probabilidade de ocorrer uma vazão igual ou superior ao Q95 de um rio é de 95%. Portanto, esta variável está relacionada a períodos de estiagem.



Os resultados das simulações para o cenário atual, considerando a vazão Q95, mostraram o perfil do rio parcialmente misturado, com uma estratificação vertical acentuada. Para essa condição, massas d'água com salinidade entre 20 ups ultrapassaram a ponte da rodovia BR-101, chegando até os rios Itoupava e Mãe Luzia. Águas mais salinas, com valores próximos a 30 - 35 ups, ficaram restritas à região da desembocadura do Rio Araranguá, adentrando o corpo do rio em períodos de maré cheia até aproximadamente o ponto da Balsa de Araranguá. A salinidade nas camadas de superfície permanece próxima a zero ups até aproximadamente 1 metro abaixo da linha d'água, a partir de onde nota-se a presença da pycnoclina.

Para o cenário da alternativa com molhes, foram observados valores de salinidade entre 30 e 35 ups na região da desembocadura e na parte inferior da coluna d'água ao longo do Rio Araranguá.

O cenário de estiagem simulado com a alternativa de fixação da desembocadura proposta mostra que há um aumento na salinidade do rio em relação ao cenário atual. A partir da Figura 21, pode-se perceber que as diferenças entre o cenário atual e a alternativa com molhes para a camada de superfície fica em torno de 5 ups. Já para as camadas de fundo, as diferenças foram maiores, em torno de 8-10 ups.

Essa diferença se deve não só à modificação da posição da desembocadura, mas principalmente à sua profundidade. As profundidades na região da desembocadura, para o cenário atual, não ultrapassam 2,5 m. A batimetria, nesse cenário, funciona como uma barreira à penetração da água salgada proveniente do mar na desembocadura do sistema. Já para a alternativa de intervenção proposta, a profundidade da desembocadura foi definida em 5 m, conectando diretamente a desembocadura com trechos mais profundos do rio, e facilitando a penetração da cunha salina no estuário. A profundidade do canal tem um papel fundamental no padrão de intrusão salina, permitindo, ou não, a excursão de massas d'água com salinidades maiores para o interior do estuário.

A dinâmica de sal no estuário do Rio Araranguá é fortemente influenciada pela vazão fluvial. Há registros de oito campanhas medindo perfis verticais de salinidade ao longo do estuário. Os resultados mostraram grande variabilidade temporal na distribuição da salinidade: em uma das campanhas foram observados valores de salinidade próximos a 20 ups em um ponto situado a aproximadamente 35 km da desembocadura (no Rio Itoupava), enquanto em outra campanha a distribuição de sal limitou-se aos primeiros 5

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		53/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

km do estuário. Portanto, para cenários menos críticos (vazões médias a altas) os valores de salinidade encontrados tanto nas camadas de superfície como de fundo, serão menos expressivos.

7.6 PROJETO ESTRUTURAL DOS MOLHES

Os dados apresentados nesta seção são originados no documento 5270089-PRJ-D-CAL-00002 (MEMÓRIA DE CÁLCULO – PROJETO ESTRUTURAL DOS MOLHES).

As três variáveis essenciais para o dimensionamento estrutural dos molhes são: largura da berma, cota da berma (altura) e cota de coroamento. Os cálculos destas variáveis são apresentados a seguir.

7.6.1 Largura da Berma

Os cálculos de estabilidade dos molhes de abrigo em berma foram realizados de acordo com as normas internacionais e, neste caso, foi utilizada a fórmula de Hall e Kao. O cálculo mais importante é o da largura da berma, calculado da seguinte maneira:

$$B_b = D_{50} \left[-10,4 + 0,51 \left(\frac{H_s}{\Delta_\alpha D_{50}} \right)^{2,5} + 7,5 \left(\frac{D_{85}}{D_{15}} \right) - 1,1 \left(\frac{D_{85}}{D_{15}} \right)^2 + 6,1 * P_r \right]$$

onde:

B_b = largura da berma (m);

H_s = altura significativa de onda (m), ver item 4.1.2;



D_{50} = diâmetro nominal das rochas com 50% dos diâmetros abaixo de D_{50} ;

D_{85} = 85% das rochas na graduação da berma possuem um diâmetro menor que D_{85} ;

D_{15} = 15% das rochas na graduação da berma possuem um diâmetro menor que D_{15} ;

P_r = porcentagem do número de rochas arredondadas.

Levando em consideração uma porcentagem do número de pedras arredondadas em torno de 90%, o cálculo resulta, aproximadamente, em valores de berma conforme apresentado no resumo da Tabela 20. Entre a Tabela 16 e a Tabela 19 é possível verificar o cálculo realizado para obtenção dos resultados.



	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		54/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

PARÂMETROS DE ENTRADA		
DESCRIÇÃO	VALOR	UN
Altura de Onda, H_s	3,36	m
Massa de bloco para a qual 15% da massa total da amostra é de blocos mais leves, M_{15}	1.450	kg
Massa de bloco para a qual 50% da massa total da amostra é de blocos mais leves, M_{50}	2.525	kg
Massa de bloco para a qual 85% da massa total da amostra é de blocos mais leves, M_{85}	3.715	kg
Massa específica da água, ρ_a	1.025	kg/m ³
Massa específica da rocha, ρ_r	2.600	kg/m ³
Porcentagem de rochas arredondadas, Pr	90	%
DADOS CALCULADOS		
$D_{n_{15}}$	0,82	m
$D_{n_{50}}$	0,99	m
$D_{n_{85}}$	1,13	m
Largura da Berma, B_b	6,9	m

Tabela 16: Cálculo da largura de berma da seção B-B do molhe norte.

PARÂMETROS DE ENTRADA		
DESCRIÇÃO	VALOR	UN
Altura de Onda, H_s	2,1	m
Massa de bloco para a qual 15% da massa total da amostra é de blocos mais leves, M_{15}	725	kg
Massa de bloco para a qual 50% da massa total da amostra é de blocos mais leves, M_{50}	1.260	kg
Massa de bloco para a qual 85% da massa total da amostra é de blocos mais leves, M_{85}	1.850	kg
Massa específica da água, ρ_a	1.025	kg/m ³
Massa específica da rocha, ρ_r	2.600	kg/m ³
Porcentagem de rochas arredondadas, Pr	90	%
DADOS CALCULADOS		
$D_{n_{15}}$	0,65	m
$D_{n_{50}}$	0,79	m
$D_{n_{85}}$	0,89	m
Largura da Berma, B_b	4,2	m

Tabela 17: Cálculo da largura de berma da seção C-C do molhe norte.



	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		55/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

PARÂMETROS DE ENTRADA		
DESCRIÇÃO	VALOR	UN
Altura de Onda, H_s	4,32	m
Massa de bloco para a qual 15% da massa total da amostra é de blocos mais leves, M_{15}	2.685	kg
Massa de bloco para a qual 50% da massa total da amostra é de blocos mais leves, M_{50}	4.170	kg
Massa de bloco para a qual 85% da massa total da amostra é de blocos mais leves, M_{85}	5.655	kg
Massa específica da água, ρ_a	1.025	kg/m ³
Massa específica da rocha, ρ_r	2.600	kg/m ³
Porcentagem de rochas arredondadas, Pr	90	%
DADOS CALCULADOS		
Dn_{15}	1,01	m
Dn_{50}	1,17	m
Dn_{85}	1,30	m
Largura da Berma, B_b	8,7	m

Tabela 18: Cálculo da largura de berma da seção B-B do molhe sul.

PARÂMETROS DE ENTRADA		
DESCRIÇÃO	VALOR	UN
Altura de Onda, H_s	2,85	m
Massa de bloco para a qual 15% da massa total da amostra é de blocos mais leves, M_{15}	1.450	kg
Massa de bloco para a qual 50% da massa total da amostra é de blocos mais leves, M_{50}	2.525	kg
Massa de bloco para a qual 85% da massa total da amostra é de blocos mais leves, M_{85}	3.715	kg
Massa específica da água, ρ_a	1.025	kg/m ³
Massa específica da rocha, ρ_r	2.600	kg/m ³
Porcentagem de rochas arredondadas, Pr	90	%
DADOS CALCULADOS		
Dn_{15}	0,82	m
Dn_{50}	0,99	m
Dn_{85}	1,13	m
Largura da Berma, B_b	5,7	m

Tabela 19: Cálculo da largura de berma da seção C-C do molhe sul.

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001	 ARARANGUÁ GOVERNO DO MUNICÍPIO	PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		56/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2



PARÂMETROS DE ENTRADA		
DESCRIÇÃO	VALOR	UN
Altura de Onda, H_s	1,8	m
Massa de bloco para a qual 15% da massa total da amostra é de blocos mais leves, M_{15}	725	kg
Massa de bloco para a qual 50% da massa total da amostra é de blocos mais leves, M_{50}	1.260	kg
Massa de bloco para a qual 85% da massa total da amostra é de blocos mais leves, M_{85}	1.85	kg
Massa específica da água, ρ_a	1.025	kg/m ³
Massa específica da rocha, ρ_r	2.600	kg/m ³
Porcentagem de rochas arredondadas, Pr	90	%
DADOS CALCULADOS		
$D_{n_{15}}$	0,65	m
$D_{n_{50}}$	0,79	m
$D_{n_{85}}$	0,89	m
Largura da Berma, B_b	3,7	m

Tabela 20: Cálculo da largura de berma da seção D-D do molhe sul.

MOLHE NORTE			
Seção Tipo	Altura Significativa de Onda (H_s - m)	Cota de assentamento (m - IBGE)	Largura da berma (m)
A-A*	3,36	-4,5	10,0
B-B	3,36	-4,5 a -3,0	7,0
C-C	2,10	-3,0 a -1,0	4,5
D-D*	-	-3,80	4,5
MOLHE SUL			
Seção Tipo	Altura Significativa de Onda (H_s - m)	Cota de assentamento (m - IBGE)	Largura da berma (m)
A-A*	4,32	-6,5	12,0
B-B	4,32	-6,0 a -4,0	9,0
C-C	2,85	-4,0 a -2,0	6,0
D-D	1,80	-2,0 a -1,0	4,0
E-E*	-	-2,50	4,0

Tabela 21: Largura da berma para as diferentes seções tipo.

*Estas seções tipo correspondem aos cabeços iniciais e finais de cada molhe, portanto uma cota média foi estimada.

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		57/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

7.6.2 Cota da Berma

Para este tipo de molhe, a cota da berma é calculada em função da onda de projeto ajustada ao nível de maré máxima. Neste caso, temos o seguinte:

$$a_a = 0,2 * H_s$$

onde:

H_s = altura de onda significativa, m;

a_a = distância entre o nível de maré máxima de construção e o coroamento da berma.



Assim, teremos as seguintes cotas de berma para as diversas seções, conforme mostrado na Tabela 22.

MOLHE NORTE		
Seção Tipo	Altura Significativa de Onda (H_s - m)	Cota da berma (m IBGE)
A-A	3,36	1,20
B-B	3,36	1,20
C-C	2,10	0,80
D-D*	-	0,80
MOLHE SUL		
Seção Tipo	Altura Significativa de Onda (H_s - m)	Cota da berma (m IBGE)
A-A	4,32	1,50
B-B	4,32	1,50
C-C	2,85	1,00
D-D	1,80	0,80
E-E*	-	0,80

Tabela 22: Cota da berma para as diferentes seções tipo.

7.6.3 Cota do Coroamento

A cota do coroamento foi calculada em função das taxas de *overtopping*. O valor do bordo livre foi somado ao valor do nível de maré máximo do projeto de 0,37 metros. Portanto, têm-se neste caso, as alturas de coroamento mostradas na Tabela 21.

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001	 ARARANGUÁ GOVERNO DO MUNICÍPIO	PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		58/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

MOLHE NORTE		
Seção Tipo	Altura Significativa de Onda (H_s - m)	Cota do coroamento (m IBGE)
A-A	3,36	5,00
B-B	3,36	5,00
C-C	2,10	3,00
D-D*	-	3,00

MOLHE SUL		
Seção Tipo	Altura Significativa de Onda (H_s - m)	Cota do coroamento (m IBGE)
A-A	4,32	6,00
B-B	4,32	6,00
C-C	2,85	4,20
D-D	1,80	3,00
E-E*	-	3,00

Tabela 23: Cota do coroamento para as diferentes seções tipo.



7.7 PLANO DE EXECUÇÃO DO PROJETO (P.E.P.)

O plano de trabalho e a metodologia de execução contemplam a execução da obra em duas etapas.

Para início da execução da Etapa 1, é necessária a construção do canteiro de obras. Tão logo este permita a acomodação de pessoas e desenvolvimento das tarefas necessárias, os acessos provisórios serão iniciados.

Estes acessos serão realizados de tal maneira que permita a passagem dos equipamentos a serem usados na construção dos molhes. (considerou-se 5,0 m de largura para passagem de um caminhão e, além disso, na ponte, altura suficiente para passagem das embarcações existentes no local).

Quando neste ponto, iniciar-se-á o enrocamento do molhe norte (1ª fase). Avança-se com a construção deste e assim que possível constrói-se um acesso por aterro compactado a fim de permitir a construção do molhe sul. Esta atividade corre em paralelo à construção do molhe norte.

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001	 ARARANGUÁ GOVERNO DO MUNICÍPIO	PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		59/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

Terminando a primeira fase de ambos os molhes, inicia-se a construção da segunda fase. Ao final, desmonta-se o acesso entre os molhes e há a dragagem entre os mesmos, até que se tem o término da obra.

Com estas atividades executadas, dá-se a desmobilização de mão de obra e equipamento e a Etapa 1 é finalizada.

Quando possível, para execução da Etapa 2, deve-se montar um novo canteiro de obras, mobilizar e construir o restante dos molhes, seguindo o mesmo conceito, exceto que deve-se estudar a melhor opção para construção da extensão do molhe sul, que neste momento foi considerado por flutuante.

Caso a Etapa 2 seja logo após a conclusão da Etapa 1, ter-se-á uma economia de tempo e custos pois algumas obras de infraestrutura da execução, como o canteiro de obras, já estará pronta, assim como não haverá custos com desmobilização e posterior mobilização.

A elaboração do programa de trabalhos e estudo dos equipamentos a mobilizar, para a execução da obra, teve como base os quantitativos e o número de dias corridos para a sua realização, tendo-se para isso, considerado o prazo de, aproximadamente, 22 meses. A empresa executora deverá elaborar o planejamento da obra definitivo durante o projeto executivo.



Tendo em conta o volume de trabalhos a executar nos molhes e o prazo total da obra, foi considerada a execução dos trabalhos em 7 dias por semana e 8 horas por dia, de forma a viabilizar os rendimentos previstos.

O cronograma foi desenvolvido considerando que o início das obras será a partir da autorização do serviço, sendo que todas as licenças necessárias para a execução da obra deverão ser obtidas antes desta autorização.

7.8 CANTEIRO DE OBRAS

Na implantação do canteiro da obra e respectivos acessos necessários à sua execução, foi escolhida uma localização fora de áreas habitacionais, de maneira a minimizar o impacto na vizinhança.

O canteiro da obra é uma área de trabalho temporária, na qual são desenvolvidas as operações de apoio e execução da obra. Será composto por áreas operacionais e áreas de vivência. É essencial que o arranjo do canteiro da obra seja feito através de um projeto cuidadosamente elaborado que contemple a execução do empreendimento como um

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		60/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

todo, prevendo as diferentes fases da obra e as necessidades e condicionantes para cada uma delas.

Todo o canteiro foi mantido conforme projeto anterior, pois os quantitativos se aproximam e uma nova posição necessita ser levantada com trabalho de reconhecimento de campo, o que não ocorreu nesta etapa deste projeto.

A localização do canteiro resultou, também, da menor distância à pedreira, com acesso já adequadamente pavimentado e por onde trafegam atualmente caminhões de uma jazida de areia presente na região.

Para maiores detalhes a respeito do canteiro e sua localização, vide documento 5270089-PRJ-D-DWG-00001 (PLANO DIRETOR).

Dentro do plano de execução da obra, foram previstas as instalações de apoio necessárias, incluindo a definição das superfícies necessárias para a montagem das mesmas, análise de terrenos disponíveis, necessidades de adequação das vias de acesso, instalação de água, energia, saneamento e comunicação.

O canteiro da obra terá aproximadamente 25.000m² será constituído por um canteiro administrativo, um canteiro industrial (com área de pré-fabricação e estocagem de pedras) e um canteiro social. O arranjo do canteiro tem como objetivo a racionalização do fluxo de recursos. Além do canteiro principal da obra, haverá um canteiro de frentes de serviço.



Na preparação da área do canteiro deve-se evitar ao máximo a supressão de vegetação nativa e, caso ela ocorra, ao final da obra a vegetação será replantada. A área do canteiro será terraplenada e envolverá um nivelamento de modo a permitir uma compensação de massas volumétricas (aterro x escavação), não exigindo a necessidade de transporte de solo externo (empréstimo).

A pavimentação da área de acesso e pátios será realizada com uma base constituída de solo e brita compactada. A localização, assim como o arranjo, proposta para o canteiro poderá ser ajustada antes do início das obras, caso seja necessário.

7.8.1 Canteiro Administrativo

O canteiro administrativo, cujo arranjo deverá ser detalhado no projeto executivo, será composto por:

- Escritórios Administrativos;

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		61/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

- Escritório da Fiscalização;
- Portaria e Controle.

Todas as edificações serão do tipo *containers*, pela facilidade de mobilização/desmobilização e rapidez de instalação, sendo prevista uma área total de ocupação de, aproximadamente, 520 m².

7.8.2 Canteiro Industrial

O canteiro industrial será instalado na área contígua ao canteiro administrativo e centralizará as instalações ligadas à produção, tais como:

- Oficina de manutenção eletro–mecânica;
- Sanitários coletivos;
- Almoxarifado fechado e a céu aberto;
- Estoque de pedras.



Os itens acima terão uma área total aproximada de 22.000 m², dos quais 12.800 m² corresponderão ao estoque de pedras e os outros 9.200 m² à área de pré-fabricação e oficinas.

Foram previstos dois depósitos, um a céu aberto e outro fechado para materiais diversos e peças sobressalentes.

Para a manutenção dos equipamentos foi prevista uma oficina que será instalada junto aos depósitos. Será instalado um tanque de combustível para abastecimento dos equipamentos pesados. O fornecimento e distribuição dos combustíveis e lubrificantes serão realizados, nas frentes de obra, com caminhão comboio equipado com sistema que evite o derramamento. Estes serviços devem ser realizados por pessoal especializado e com qualificação comprovada.

7.8.3 Canteiro social

Para atendimento à totalidade da mão de obra direta e indireta estimada, aproximadamente, em 215 empregados (165 diretos e 50 indiretos) no período de pico, o canteiro social compreenderá o refeitório, os alojamentos, vestiários e sanitários, em uma área total aproximada de 2.700 m².

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		62/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

7.8.4 Canteiro de Frentes de Serviço

Foi considerada, nas seguintes frentes de serviço, a instalação de *containers* para apoio:

- Molhes - 2 unidades;
- Pedreira - 2 unidades.

Todas as frentes de serviço mencionadas devem dispor de banheiros químicos, dimensionados para atendimento à totalidade da mão de obra das diversas frentes.

7.8.5 Redes de Serviços do Canteiro da obra

7.8.5.1 Água

Foram previstas ligações à rede de água do canteiro e de todas as edificações providas de instalações sanitárias e de outros consumos de água em geral.

7.8.5.2 Tratamento de efluentes

A rede geral de esgoto do canteiro será derivada para uma ETE provisória a ser instalada nos limites do canteiro. A rede de esgoto da cozinha passará primeiro por caixas de gordura.

7.8.5.3 Drenagem



Foi previsto um sistema de drenagem superficial de forma a proteger o canteiro da obra durante os períodos de chuva. Este sistema será constituído, basicamente, por valetas de proteção e canaletas de desvio e direcionamento de águas pluviais.

7.8.5.4 Rede de Energia Elétrica/Telecomunicação

O suprimento de energia elétrica aos canteiros será feito a partir do sistema geral de distribuição de energia do Estado de Santa Catarina.

A distribuição será feita conforme a tensão:

- a distribuição de energia em média tensão (13,8 kV) será feita por meio de rede aérea apoiada em postes de concreto.

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		63/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

- a distribuição de energia em baixa tensão (380 V) será feita por cabos isolados em redes aéreas ou subterrâneas.

O posto de transformação previsto é de 200 kVA.

7.8.5.5 Iluminação

A iluminação de pátios e frentes de serviço, em grandes áreas abertas, será feita por meio de projetores de longo alcance, instalados em postes ou estruturas de altura adequada.

7.8.5.6 Sistema de telecomunicação

Para atender às necessidades de telecomunicação da obra, será instalada no Canteiro Administrativo, uma central telefônica com capacidade para 10 ramais, estando incluídos os ramais destinados à Fiscalização.

7.9 PEDREIRA

7.9.1 Seleção da Pedreira

Ressalta-se que a escolha final da pedreira será feita pela empresa construtora. As rochas deverão atender às especificações do projeto executivo.



Para esta revisão considerou-se que as mesmas pedreiras levantadas no projeto anterior irão atender ao volume de rochas necessário para a construção dos molhes.

Conforme projeto anterior, foram identificadas três potenciais jazidas nas proximidades da obra com as seguintes distâncias até o canteiro da obra:

- Jazida de Urussanga – 68,6 km do canteiro;
- Jazida de Maracajá – 33,4 km do canteiro;
- Jazida de Sombrio – 49,8 km do canteiro.

No desenho de referência ARA22610.A3.S1.ME.01, é mostrada a ortofotometria de localização das pedreiras em relação ao canteiro obra.

A decisão de utilização da jazida denominada Urussanga se deu pelas seguintes razões:

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001	 ARARANGUÁ GOVERNO DO MUNICÍPIO	PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		64/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

- Restringir todo o material rochoso a ser usado nos molhes proveniente da mesma jazida (de acordo com o estudo realizado nas três jazidas, a única capaz de produzir enrocamento de núcleo e berma, simultaneamente e em quantidades significativas, é a jazida de Urussanga);
- Ensaios de laboratório mostraram que o material rochoso disponível é adequado para esse tipo de obra.

7.9.2 Exploração da pedra e seleção de enrocamentos

As bancadas devem ser preparadas para uma produção adequada às necessidades dos enrocamentos previstos no projeto.

O plano de ataque para o desmonte deverá ser desenvolvido pela construtora que for contratada a execução dos serviços, o qual terá que ser baseado nas condições em que se encontra o maciço.



O plano de fogo da pedra deverá ser objeto de um estudo cuidadoso que verifique, através de ensaios, a forma a minimizar os efeitos das vibrações sobre as construções nas proximidades. Um sistema de controle das vibrações deverá ser implantado durante a obra.

Para a seleção das rochas na pedra, foi considerado o uso de uma escavadeira tipo CAT 330 trabalhando na lavra e carregando os caminhões fora de estrada. Este é considerado um trabalho crítico, onde as diversas categorias granulométricas têm de ser selecionadas após o desmonte. A separação dos finos é importante, e caso ocorra um percentual acima do especificado, devem ser adotados planos inclinados portáteis metálicos com grelha de perfil, que devem ser deslocados para os locais de seleção e somente após esta operação rochas poderão ser transportadas para a frente de trabalho.

Devem ser providenciadas amostras representativas em locais bem visíveis do operador da escavadeira, previamente pesadas e marcadas, para permitir a seleção e identificação das várias dimensões das pedras, por comparação com as amostras.

A construtora deverá expor pelo menos três amostras de cada classe de pedras, representativas dos pesos mínimos, médios e máximos permitidos.

O material selecionado e carregado nos caminhões fora de estrada deverá ser transportado e descarregado em pilhas em área preparada na pedra, correspondentes a cada classe de pedra. No estoque os caminhões de 17 m³ com caixa reforçada serão

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		65/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

carregados com a pá carregadeira tipo CAT 966 e CAT 988, e posteriormente transportados para o canteiro da obra.

Os trabalhos deverão ser orientados de tal modo a cumprir com as produtividades previstas no cronograma de execução da obra, onde em qualquer momento deverá haver material em quantidade suficiente para o desenvolvimento normal da obra.

7.10 ORÇAMENTO

Inicialmente, a revisão dos quantitativos e custos inseridos no CAPEX foi feita de acordo com as principais referências de custos nacionais (SINAPI E SICRO2). Buscou-se manter os mesmos itens para se praticar a revisão do documento e não um novo orçamento de um novo estudo.

Como o orçamento de empresa local ficou abaixo do CAPEX baseado no SINAPI e SICRO2, este tornou-se a nova referência.

Uma ressalva importante é a de que os custos foram divididos em duas etapas de implantação (bem como o cronograma de execução), e os documentos foram apresentados separadamente a seguir.

Para maiores detalhes, ver documentos CAPEX – ETAPA 1 e CAPEX – ETAPA 2, respectivamente numerados como 5270089-PRJ-D-CPX-00001 e 5270089-PRJ-D-CPX-00002.

Alguns dados estão diferentes do CAPEX detalhado porque os custos unitários (aqui valores arredondados para efeito de análises comparativas) variam conforme os quantitativos. Esta variação é pequena e não influencia nos resultados finais significativamente (variações de reais quando os custos se baseiam em milhares de reais).

A primeira consideração é na atualização dos custos conforme abaixo.

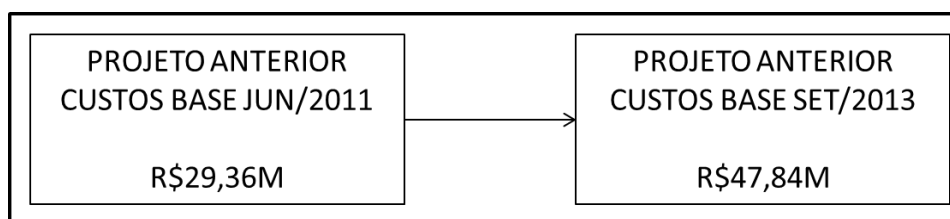




Figura 22: Atualizações nos custos unitários e composições (custos SINAPI e SICRO base setembro 2013 ou mais atual possível)

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		66/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

No projeto anterior, o CAPEX apresentado da primeira etapa foi em torno de R\$ 29,3 milhões, como pode ser observado na tabela a seguir.

ITEM	QUANTITATIVO	UNIDADE	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL
Serviços Iniciais	1	un.	-	R\$ 799.000,00
Projeto Executivo	1	un.	-	R\$ 850.000,00
Mobilização/Desmobilização	1	un.	-	R\$ 717.000,00
Administração Local da Obra	1	un.	-	R\$ 850.000,00
Acesso Provisório	1	un.	-	R\$ 1.100.000,00
Molhe Norte	62.450	m ³	R\$ 170,00	R\$ 10.617.000,00
Molhe Sul	57.650	m ³	R\$ 170,00	R\$ 9.801.000,00
Dragagem	350.000	m ³	R\$ 13,22	R\$ 4.627.000,00
				R\$ 29.361.000,00



Tabela 24: CAPEX resumido do projeto anterior

Somente atualizando os custos do projeto anterior conforme tabelas SICRO e SINAPI atuais e mantendo os mesmos quantitativos, o projeto anterior teria custo de implantação de aproximadamente R\$47,84 milhões. A tabela a seguir exemplifica como ficariam os custos com as revisões dos custos das composições que resultam nos custos unitários.

ITEM	QUANTITATIVO	UNIDADE	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL
Serviços Iniciais	1	un.	-	R\$ 837.000,00
Projeto Executivo	1	un.	-	R\$ 988.000,00
Mobilização/Desmobilização	1	un.	-	R\$ 1.334.000,00
Administração Local da Obra	1	un.	-	R\$ 996.000,00
Acesso Provisório	1	un.	-	R\$ 4.028.000,00
Molhe Norte	62.450	m ³	R\$ 265,88	R\$ 16.605.000,00
Molhe Sul	57.650	m ³	R\$ 265,88	R\$ 15.328.000,00
Dragagem	350.000	m ³	R\$ 22,08	R\$ 7.728.000,00
				R\$ 47.844.000,00

Tabela 25: CAPEX resumido do projeto anterior reajustado aos índices de Setembro / 2013

Estas atualizações no custo do enrocamento (extração das rochas, transporte e lançamento), resultaram num reajuste de aproximadamente 63% no CAPEX e podem ser explicados pela alta do valor do óleo diesel, mão-de-obra, manutenção das máquinas, etc.

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		67771
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

Já o projeto novo, considerando os molhes reposicionados em frente à comunidade de Ilhas, acessos conforme comentários IBAMA e primeira fase de construção dos molhes terminando logo após a zona de arrebentação das ondas resultou num acréscimo no volume de rochas e dragagem.

Devido o aumento no custo de implantação, a CB&I elaborou algumas análises de sensibilidade dos custos, que serão apresentadas abaixo considerando:

- Etapa 1 com as mesmas premissas do projeto anterior (dragagem à -5,0m IBGE);
- Dragagem faseada (etapa 1 à -2,0m IBGE e etapa 2 à -5,0m IBGE);
- Dragagem faseada (etapa 1 à -2,0m IBGE e etapa 2 à -5,0m IBGE) com custos de mercado apresentados na cotação da empresa local;

Há, portanto, três resultados, conforme mostrado na figura a seguir.

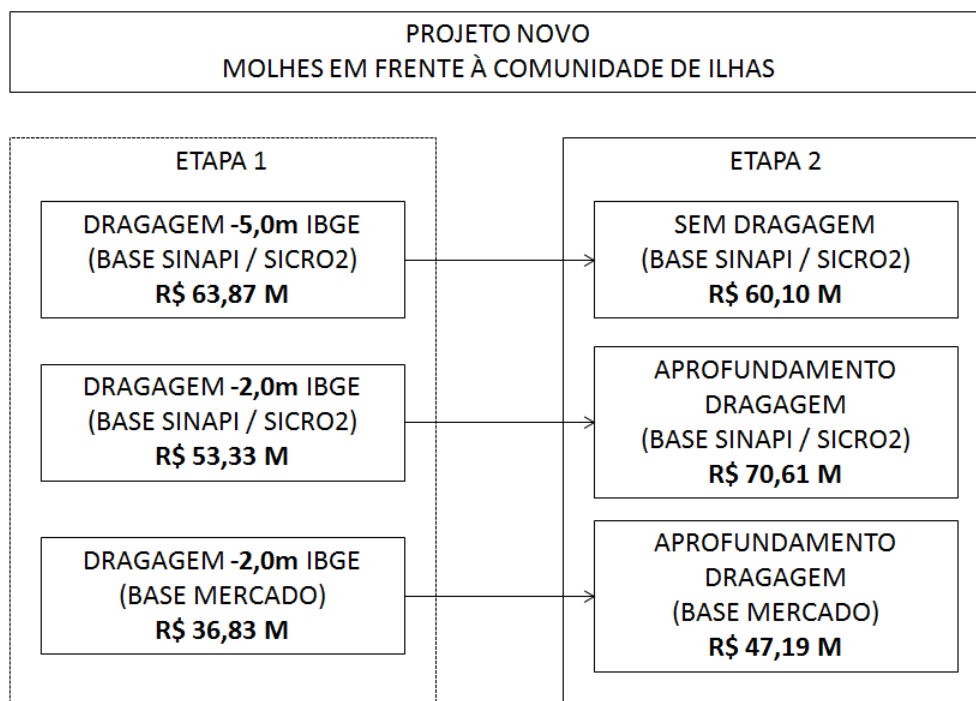




Figura 23: Análise sensibilidades novo projeto baseado no SINAPI e SICRO 2

Considerando a metodologia do projeto anterior, a primeira etapa do novo projeto está estimada em aproximadamente R\$63,87 milhões conforme apresentado na tabela resumo a seguir.

Nos próximos parágrafos são detalhados os custos que geraram a figura 23.

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001	 ARARANGUÁ GOVERNO DO MUNICÍPIO	PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		68/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

ITEM	QUANTITATIVO	UNIDADE	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL
Serviços Iniciais	1	un.	-	R\$ 837.000,00
Projeto Executivo	1	un.	-	R\$ 988.000,00
Mobilização/Desmobilização	1	un.	-	R\$ 1.370.000,00
Administração Local da Obra	1	un.	-	R\$ 996.000,00
Acesso Provisório	1	un.	-	R\$ 4.028.000,00
Molhe Norte	89.046	m ³	R\$ 265,88	R\$ 23.676.000,00
Molhe Sul	58.148	m ³	R\$ 265,88	R\$ 15.461.000,00
Dragagem	748.050	m ³	R\$ 22,08	R\$ 16.517.000,00
				R\$ 63.873.000,00



Tabela 26: CAPEX resumido da primeira etapa do projeto revisado

Admitindo-se a premissa de que a construção dos molhes é apenas mais uma medida dentre outras que buscam a melhoria das condições de alagamento da cidade de Araranguá e que os resultados esperados somente virão após a conclusão da obra como um todo, a CB&I sugere que seja estudada a solução de, além de construir os molhes em duas etapas, realizar a dragagem da mesma forma.

Para isso, o canal seria dragado na primeira etapa à -2,0m IBGE e quando da segunda etapa à -5,0m. Dessa forma os custos da dragagem também seriam divididos e a primeira etapa teria custo de implantação na ordem de R\$53,33 milhões. A tabela a seguir exemplifica os resultados.

ITEM	QUANTITATIVO	UNIDADE	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL
Serviços Iniciais	1	un.	-	R\$ 837.000,00
Projeto Executivo	1	un.	-	R\$ 988.000,00
Mobilização/Desmobilização	1	un.	-	R\$ 1.334.000,00
Administração Local da Obra	1	un.	-	R\$ 996.000,00
Acesso Provisório	1	un.	-	R\$ 4.028.000,00
Molhe Norte	89.046	m ³	R\$ 265,88	R\$ 23.676.000,00
Molhe Sul	58.148	m ³	R\$ 265,88	R\$ 15.461.000,00
Dragagem	272.140	m ³	R\$ 22,08	R\$ 6.009.000,00
				R\$ 53.329.000,00

Tabela 27: CAPEX resumido da primeira etapa do projeto revisado com dragagem inicial à - 2m IBGE

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		69/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

Já para execução da segunda etapa do projeto, há duas opções. Se na primeira etapa fosse dragado a -5,0m, seria necessário disponibilizar mais uma verba da ordem de R\$60,1 milhões (não haveria dragagem de implantação extra). A tabela a seguir mostra o resumo dos custos.

ITEM	QUANTITATIVO	UNIDADE	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL
Serviços Iniciais	1	un.	-	R\$ 280.000,00
Revisão Projeto Executivo	1	un.	-	R\$ 253.000,00
Mobilização/Desmobilização	1	un.	-	R\$ 1.798.000,00
Administração Local da Obra	1	un.	-	R\$ 747.000,00
Molhe Norte	48.573	m ³	R\$ 265,88	R\$ 12.915.000,00
Molhe Sul	165.892	m ³	R\$ 265,88	R\$ 44.108.000,00
				R\$ 60.101.000,00



Tabela 28: CAPEX resumido da segunda etapa do projeto revisado considerando dragagem inicial à - 5,0m IBGE

Caso seja adotado dragagem a -2,0m na primeira etapa, o custo de implantação da segunda da segunda etapa seria da ordem de R\$ 70,61 milhões, conforme mostrado na tabela a seguir.

ITEM	QUANTITATIVO	UNIDADE	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL
Serviços Iniciais	1	un.	-	R\$ 280.000,00
Projeto Executivo	1	un.	-	R\$ 253.000,00
Mobilização/Desmobilização	1	un.	-	R\$ 1.798.000,00
Administração Local da Obra	1	un.	-	R\$ 747.000,00
Molhe Norte	48.573	m ³	R\$ 265,88	R\$ 12.915.000,00
Molhe Sul	165.892	m ³	R\$ 265,88	R\$ 44.108.000,00
Dragagem	475.910	m ³	R\$ 22,08	R\$ 10.509.000,00
				R\$ 70.610.000,00

Tabela 29: CAPEX resumido da segunda etapa do projeto revisado considerando dragagem inicial à - 2,0m IBGE

Adotando-se a cotação de mercado como referência, tem-se os seguintes resultados:

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001	 ARARANGUÁ GOVERNO DO MUNICÍPIO	PÁGINA:
	NÚMERO CLIENTE:		70/71
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			REV.: 2

ITEM	QUANTITATIVO	UNIDADE	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL
Serviços Iniciais	1	un.	-	R\$ 1.753.670,00
Projeto Executivo	1	un.	-	R\$ 940.000,00
Mobilização/Desmobilização	1	un.	-	R\$ 736.000,00
Administração Local da Obra	1	un.	-	R\$ 1.615.440,00
Acesso Provisório	1	un.	-	R\$ 2.792.744,00
Molhe Norte	89.046	m ³	R\$ 161,21	R\$ 14.354.831,57
Molhe Sul	58.148	m ³	R\$ 161,21	R\$ 9.373.860,09
Dragagem	272.140	m ³	R\$ 19,34	R\$ 5.263.187,60
				R\$ 36.829.733,26

Tabela 30: CAPEX resumido da primeira etapa do projeto revisado (baseado cotação de mercado)



ITEM	QUANTITATIVO	UNIDADE	CUSTO UNITÁRIO	CUSTO TOTAL
Serviços Iniciais	1	un.	-	R\$ 584.556,80
Revisão Projeto Executivo	1	un.	-	R\$ 753.000,00
Mobilização/Desmobilização	1	un.	-	R\$ 736.000,00
Administração Local da Obra	1	un.	-	R\$ 1.346.200,00
Molhe Norte	48.573	m ³	R\$ 161,21	R\$ 7.830.282,86
Molhe Sul	165.892	m ³	R\$ 161,21	R\$ 26.742.890,32
Dragagem	475.910	m ³	R\$ 19,34	R\$ 9.204.099,40
				R\$ 47.197.029,38

Tabela 31: CAPEX resumido da segunda etapa do projeto revisado (baseado cotação de mercado)

Todos os resultados apresentados referem-se aos custos diretos.

8 CONCLUSÃO

A CB&I cobriu, portanto, o escopo estabelecido revisando os documentos do projeto anterior e entregando novos produtos conforme seção 2 (INTRODUÇÃO).

	NÚMERO CB&I BRASIL: 5270089-PRJ-D-RPT-00001		PÁGINA: 71/71
	NÚMERO CLIENTE:		REV.: 2
RELOCAÇÃO DOS MOLHES DE FIXAÇÃO DA BARRA DO RIO ARARANGUÁ PROJETO BÁSICO RELATÓRIO FINAL			

Os estudos de modelagem numérica mostram que a solução proposta para os molhes permite um alívio nas condições em caso de enchente, conforme demonstrado na seção 7.5 (INUNDAÇÃO), porém não evitam que o problema aconteça.

Houve um aumento no CAPEX do projeto em virtude da atualização (reajuste) dos índices SINAPI e SICRO2 e preços de mercado e aumento no quantitativos devido a mudança na posição dos molhes.

O orçamento disponível seria insuficiente considerando somente revisão nos custos unitários (baseados no SINAPI e SICRO referenciados em junho 2011 e setembro 2013).

Com os novos quantitativos da nova posição dos molhes, é necessário ainda fasear a dragagem e aumentar o número de cotações de mercado, buscando-se menor custo inicial de investimento.

ANEXO A

Distância entre molhes

