



A MRS Estudos Ambientais Ltda.  
Apresenta ao Instituto Brasileiro do Meio  
Ambiente e dos Recursos Naturais  
Renováveis

ESTALEIRO E BASE NAVAL DE  
SUBMARINOS CONVENCIONAIS E DE  
PROPULSÃO NUCLEAR – EBN

GESTÃO AMBIENTAL DA CONSTRUÇÃO  
– LI nº 711/2010

**RELATÓRIO ANUAL - 2011**

**Seção I – Considerações Gerais sobre  
o empreendimento**

O presente documento está sendo  
entregue em uma via impressa e uma via  
digital

Dezembro de 2011

Alexandre Nunes Rosa  
MRS Estudos Ambientais Ltda.



Estaleiro e Base Naval para a Construção de Submarinos Convencionais e de Propulsão Nuclear - EBN

**GESTÃO AMBIENTAL DA CONSTRUÇÃO**

**LI n° 711/2010**

**RELATÓRIO ANUAL – 2011**

**Seção I – Considerações Gerais sobre o Empreendimento**

REV	Descrição	Data	Elaborado	Revisado
0	Emissão inicial	21/12/2011	Rodrigo Menezes	Luciana Adamo



## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
1.1	DADOS DO EMPREENDIMENTO .....	12
<b>2</b>	<b>FLUXO DE DOCUMENTAÇÃO NA GESTÃO AMBIENTAL INTEGRADA - LICENÇA DE INSTALAÇÃO Nº 711/2010.....</b>	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>LICENÇA DE INSTALAÇÃO – L.I. 711/2010 (RETIFICADA).....</b>	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>PROGRAMAS AMBIENTAIS .....</b>	<b>17</b>
<b>5</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>19</b>
5.1	ANEXO I – ESTUDO DE MODELAGEM MATEMÁTICA DE ONDAS E HIDRODINÂMICA - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS HIDROVIÁRIAS (INPH) .....	19
5.2	ANEXO II – PLANTAS EM AO .....	20



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Arranjo Geral – Projeto Básico do EBN.....	12
---	----

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro-1 – Identificação do empreendedor .....	5
Quadro 2 – Identificação da empresa construtora – Odebrecht Infraestrutura .....	7
Quadro 3- Dados dos responsáveis da empresa Construtora Norberto Odebrecht .....	8
Quadro 4 – Identificação da empresa consultora .....	9
Quadro 5– Equipe técnica multidisciplinar da MRS Estudos Ambientais.....	11

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Licença de Instalação nº 711/2010 – Condicionantes e Respostas.....	13
--	----



## IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

Quadro-1 – Identificação do empreendedor

Empreendedor	Marinha do Brasil
Nome empresarial	Diretoria Geral do Material da Marinha - DGMM
CNPJ-MF	00.394.502/0163-00
CTF-IBAMA	3914701
Endereço	Rua Primeiro de Março, nº 118, 12º andar, Centro, CEP 20010-000
Cidade	Rio de Janeiro/RJ
Telefone/Fax	(21) 2178-7329
Representante Legal	Arthur Pires Ramos
Contato	Gilberto Huet de Bacellar Sobrinho
Fone/fax	(21) 2178-7329
E-mail	gilberto.huet@dgmm.mar.mil.br



## CADASTRO TÉCNICO FEDERAL DO EMPREENDEDOR

Ministério do Meio Ambiente Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis			
			
<b>CADASTRO TÉCNICO FEDERAL CERTIFICADO DE REGULARIDADE</b>			
Nr. de Cadastro:	CPF/CNPJ:	Emitido em:	Válido até:
3914701	00.394.502/0163-00	21/12/2011	21/03/2012
Nome/Razão Social/Endereço Diretoria Geral do Material da Marinha Rua Primeiro de março 118, 12º andar centro RIO DE JANEIRO/RJ 20010-000			
Este certificado comprova a regularidade no  <b>Cadastro de Atividades Potencialmente Poluidoras</b>  Obras civis / outras construções Uso de Recursos Naturais / exploração econômica da madeira, lenha e subprodutos florestais - instalação e manutenção de empreendimentos			
Observações: 1 - Este certificado não habilita o interessado ao exercício da(s) atividade(s) descrita(s), sendo necessário, conforme o caso de obtenção de licença, permissão ou autorização específica após análise técnica do IBAMA, do programa ou projeto correspondente. 2 - No caso de encerramento de qualquer atividade especificada neste certificado, o interessado deverá comunicar ao IBAMA, obrigatoriamente, no prazo de 30 (trinta) dias, a ocorrência para atualização do sistema. 3 - Este certificado não substitui a necessária licença ambiental emitida pelo órgão competente. 4 - Este certificado não habilita o transporte de produtos ou subprodutos florestais e fluminéticos.		A inclusão de Pessoas Físicas e Jurídicas no Cadastro Técnico Federal não implicará por parte do IBAMA e perante terceiros, em certificação de qualidade, nem juízo de valor de qualquer espécie.  Autenticação  sv6f.df3t.kij3.u3e4	



## IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA CONSTRUTORA

**Quadro 2 – Identificação da empresa construtora – Odebrecht Infraestrutura**

<b>Empreendedor</b>	<b>Odebrecht Infraestrutura</b>
<b>Nome empresarial</b>	Construtora Norberto Odebrecht S.A
<b>CNPJ-MF</b>	15.102.288/0338-62
<b>CTF-IBAMA</b>	4965202
<b>Endereço</b>	Rua Joaquim Palhares Nº40, Torre Sul 4º Andar. Cidade Nova
<b>Cidade</b>	Rio de Janeiro/RJ
<b>Telefone/Fax</b>	(21) 2145-0650
<b>Representante Legal</b>	Fábio Andreani Gandolfo
<b>Contato</b>	Iva Maria Paixão e Silva
<b>Fone/fax</b>	(21) 2145-0650
<b>E-mail</b>	<a href="mailto:ipaixao@odebrecht.com">ipaixao@odebrecht.com</a>



## EQUIPE TÉCNICA DE MEIO AMBIENTE DA EMPRESA CONSTRUTORA

**Quadro 3- Dados dos responsáveis da empresa Construtora Norberto Odebrecht**

INTEGRANTE	DESCRIÇÃO DO CARGO
Iva Maria Paixão e Silva	Gerente de Meio Ambiente
José de Lima Campos Filho	Responsável por Projeto
Tiago Marques Figueira	Responsável por Projeto
Andre da Silva Barbosa	Analista de Meio Ambiente
Melany Maria de Souza Freitas	Analista de Meio Ambiente
Paula Vergne Fernandes	Analista de Meio Ambiente
Júlio Braga Mandu	Jp Meio Ambiente
Elisângela Grasielle dos Reis	Técnico de Meio Ambiente
Tiago Neto de Souza Moreira	Técnico de Meio Ambiente
Vitor Júnior Vicentini	Técnico de Meio Ambiente
Waldir de Moares Zamith	Técnico de Meio Ambiente
Ana Cristina de Castilho Braga	Assistente Técnico
Charles Batalha Melo	Assistente Técnico
Alberto de Moura Fernandes	Auxiliar
Carlos Henrique Pereira Vieira	Auxiliar
Jonny Souza Gonçalves	Auxiliar
Maiara Nascimento da Cunha	Auxiliar
Thiago Bins Lourenço	Auxiliar
Carla Delfino do Carmo	Ajudante
Domingas José Gabriel Kambuagolo	Ajudante
Gilson Lourenço	Ajudante
Guilherme Gustavo dos Anastácio Vaz de Souza	Ajudante
José Antônio Garcia Rezende de Almeida	Ajudante
Wilton da Silva Padalha	Ajudante
Danielle da Cunha do Val	Estagiária



## IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA CONSULTORA

Quadro 4 – Identificação da empresa consultora

Empresa Consultora	MRS – Estudos Ambientais Ltda.
CNPJ-MF	94.526.480/0001-72
CREA/RS	82.171
CTF IBAMA	196.572
Endereço Completo	Matriz: Av. Praia de Belas nº 2.174, Ed. Centro Profissional Praia de Belas 4º andar, sala 403. Bairro Menino Deus, Porto Alegre-RS. CEP 90.110-001 Filial: SRTVS Quadra 701, Bloco O, Ed. Centro Multiempresarial, entrada A, Sala 504.CEP: 70340-000 – Brasília, DF
Telefone / FAX	Matriz: (51) 3029-0068 Filial: (61) 3201-1800
E-mail	mrs@mrsdf.com.br
Diretores	Alexandre Nunes da Rosa – Geólogo Luciano Cezar Marca – Geólogo
Representante Legal	Alexandre Nunes da Rosa (CPF nº 339.761.041-91)
Contato	Alexandre Nunes da Rosa – Sócio-Diretor
Fone/fax	(61) 3201-1800
E-mail	<a href="mailto:alexandre@mrsdf.com.br">alexandre@mrsdf.com.br</a>



## CADASTRO TÉCNICO FEDERAL DA EMPRESA CONSULTORA

Ministério do Meio Ambiente Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis			
 <b>CADASTRO TÉCNICO FEDERAL CERTIFICADO DE REGULARIDADE</b> 			
Nr. de Cadastro:	CPF/CNPJ:	Emitido em:	Válido até:
196572	94.526.480/0001-72	17/11/2011	17/02/2012
Nome/Razão Social/Endereço <b>MRS Estudos Ambientais Ltda AV PRAIA DE BELAS, 2174 SALA 403 MENINO DEUS PORTO ALEGRE/RS 90110-001</b>			
Este certificado comprova a regularidade no  <b>Cadastro de Atividades Potencialmente Poluidoras</b>  <b>Gerenciador de Projeto / Rodovia</b>  <b>Cadastro de Instrumentos de Defesa Ambiental</b>  <b>Consultoria Técnica Ambiental - Classe 6.0</b>  Qualidade do Ar Qualidade da Água Qualidade do Solo Uso do Solo Educação Ambiental Recursos Hídricos Controle da Poluição Recuperação de Áreas Eletricidade Auditoria Ambiental Gestão Ambiental Ecossistemas Terrestres e Aquáticos Segurança do Trabalho Serviços Relacionados À Silvicultura Anilhamento de Aves Silvestres			
Observações: 1 - Este certificado não habilita o interessado ao exercício da(s) atividade(s) descrita(s), sendo necessário, conforme o caso de obtenção de licença, permissão ou autorização específica após análise técnica do IBAMA, do programa ou projeto correspondente. 2 - No caso de encerramento de qualquer atividade especificada neste certificado, o interessado deverá comunicar ao IBAMA, obrigatoriamente, no prazo de 30 (trinta) dias, a ocorrência para atualização do sistema. 3 - Este certificado não substitui a necessária licença ambiental emitida pelo órgão competente. 4 - Este certificado não habilita o transporte de produtos ou subprodutos florestais e faunísticos.		A inclusão de Pessoas Físicas e Jurídicas no Cadastro Técnico Federal não implicará por parte do IBAMA e perante terceiros, em certificação de qualidade, nem juízo de valor de qualquer espécie.  <p style="text-align: center;">Autenticação <b>5dad.3jd6.q76n.hxz3</b></p>	



## EQUIPE TÉCNICA

**Quadro 5– Equipe técnica multidisciplinar da MRS Estudos Ambientais**

Nome	Função	Registro Profissional	CTF/IBAMA
<b>Diretor Geral</b>			
Alexandre Nunes da Rosa	Geólogo	66.876/D CREA-RS	225.743
<b>Diretora Técnica</b>			
MSc. Yone Melo de Figueiredo Fonseca	Bióloga	8.785/90-D CRBio	1.509.550
Ailton Francisco da Silva Júnior	Eng <sup>o</sup> Florestal	10840/D	39095
<b>Equipe Meio Físico</b>			
André Almeida Bastos	Geólogo	93626/D CREA-RS	40.024
Fabiano Oliveira Mingati	Engenheiro Civil	12015/D CREA-DF	5.190.821
Helena Maia de A. Figueiredo	Eng <sup>a</sup> Florestal	15.189/D CREA-DF	2.235.332
Luciano Cezar Marca	Geólogo	21158/D CREA-PR	306.766
Raquel Alves Medeiros	Eng <sup>a</sup> Ambiental	16987/D CREA-DF	3.974.519
Tiago Cardoso de Miranda	Oceanógrafo	-	637.144
<b>Equipe Meio Biótico</b>			
Helena Maia de A. Figueiredo	Enga Florestal	15.189/D CREA-DF	2.235.332
Janderson Brito Pereira	Biólogo	37.854/04-D CRBio/04	469.096
Lízia do Lago Murbach	Eng <sup>a</sup> Agrônoma	3729/D CREA-RO	2.223.461
Milena de Abreu Gonçalves de Paiva	Bióloga	61416 CRBIO/04	2.964.964
MSc. Samanta Balsini Peixoto	Bióloga	25.680 CRBIO/03	681.570
Raquel Luiza M. de Paula	Bióloga	71737/02-R CRBio/04	5.162.873
Roberta Batista Guimarães	Bióloga	44545 CRBIO/04	1.880.431
Rodrigo da Silva Menezes	Biólogo	76880/04-D	4.517.411
<b>Equipe Meio Socioeconômico</b>			
Jana Alexandra Oliveira da Silva	Socióloga	-	2.934.379
Jonathan Vieira Morais	Biólogo	57259 CRBIO/04	1.869.410
Luciana Arutim Adamo	Bióloga	57278/04-D CRBIO	1.725.328
Mariana Anselmo Ventureli	Cientista Social	---	3.998.099
<b>Geoprocessamento e SIG</b>			
Daniela Cappellesso Mangoni	Eng <sup>a</sup> Ambiental	17.465/D CREA-DF	2665.210
Juliane Chaves da Silva	Eng <sup>a</sup> Ambiental	15.376/D CREA-DF	1.783.367
Thiago Avelar Chaves	Geógrafo	16.659/D CREA-DF	4.484.025



## 1 INTRODUÇÃO

A Licença de Instalação (nº 711/2010) do Estaleiro e Base Naval para Construção de Submarinos Convencionais e de Propulsão Nuclear - EBN foi expedida pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA em 05 de agosto de 2010, e retificada em 30 de setembro de 2010.

O presente relatório, em suas Seção I, Seção II e Seção III, apresenta as atividades desenvolvidas durante o primeiro ano de instalação do empreendimento, entre os dias 01 de outubro de 2010 a 30 de setembro de 2011.

### 1.1 DADOS DO EMPREENDIMENTO

A partir de estudo de modelagem matemática de ondas e hidrodinâmica da Baía de Sepetiba, região onde se insere o empreendimento em estudo, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Hidroviárias – INPH (Anexo I), foram analisadas 03 (três) opções de layouts dos molhes de abrigo do EBN.

Na Figura 1 é apresentada uma imagem do local com a projeção do arranjo geral indicado. As plantas com a projeção dos arranjos gerais dos canteiros de obras e do projeto final do empreendimento são apresentadas no Item 5. Anexos.

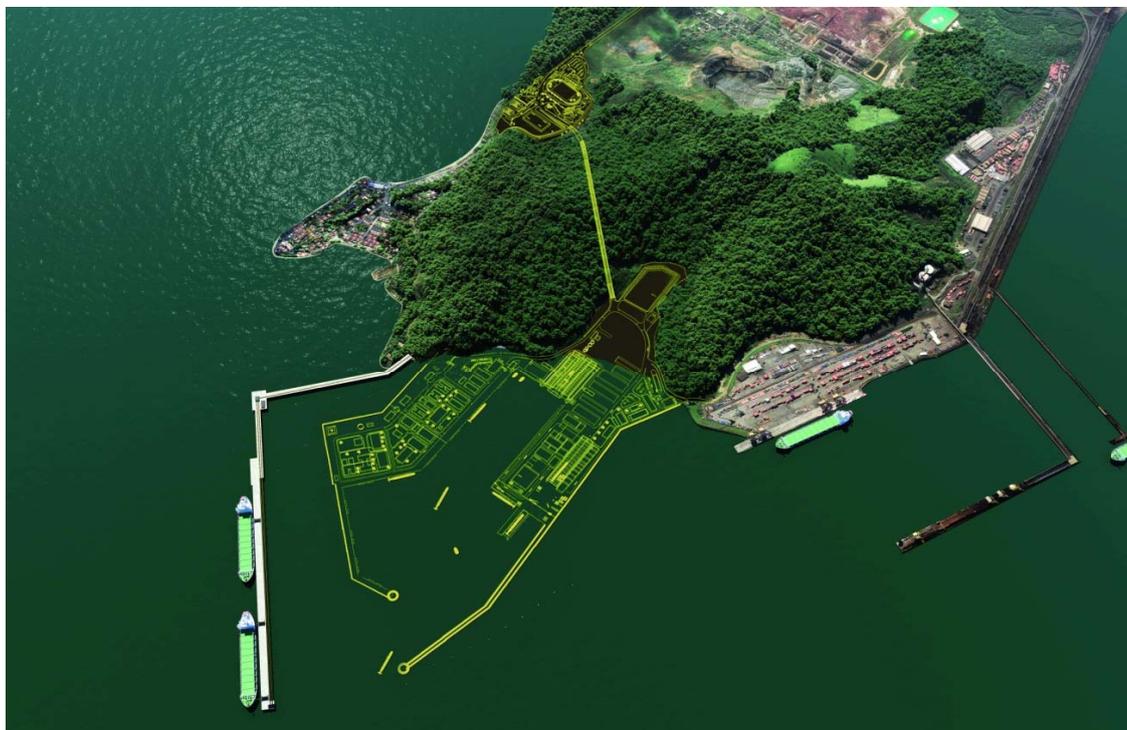


Figura 1 – Arranjo Geral – Projeto Básico do EBN



## 2 FLUXO DE DOCUMENTAÇÃO NA GESTÃO AMBIENTAL INTEGRADA - LICENÇA DE INSTALAÇÃO Nº 711/2010

Segundo a Licença de Instalação (nº 711/2010), a periodicidade de reporte ao IBAMA do andamento dos Projetos do Plano Básico Ambiental deve ser:

- Condicionante nº 2.4: os programas relacionados com o meio socioeconômico devem ser reportados anualmente para o órgão ambiental competente, porém o acompanhamento por parte do empreendedor deve ser contínuo, com avaliações bimestrais;
- Condicionante nº 2.5: os programas ambientais relacionados com o meio biótico devem ser apresentados por meio de relatórios semestrais de atividades;
- Condicionante nº 2.6: Os programas ambientais relacionados com o meio físico devem ser apresentados por meio de relatórios anuais de atividades;
- Condicionante nº 2.9: Apresentar relatórios trimestrais das atividades de operação da dragagem, consolidando planilhas mensais de acompanhamento, além das atividades de monitoramento elencadas para mitigação dos impactos.

## 3 LICENÇA DE INSTALAÇÃO – L.I. 711/2010 (RETIFICADA)

A seguir, estão elencadas na Tabela 1 as condicionantes estabelecidas pela L.I. 711/2010 (Retificada) e os respectivos registros de respostas encaminhadas ao órgão ambiental.

Tabela 1 – Licença de Instalação nº 711/2010 – Condicionantes e Respostas

Nº	CONDICIONANTE	REGISTROS
<b>Condições Específicas</b>		
2.1	Esta Licença de Instalação autoriza as obras de implantação do empreendimento Estaleiro e Base Naval para a Construção de Submarinos Convencionais e de Propulsão Nuclear, de acordo com o Projeto Básico apresentado na Seção I - Considerações Gerais sobre o Empreendimento, do Plano Básico Ambiental, protocolado no IBAMA sob o nº 02001.008194/2010-97. As datas de início e fim das obras, incluindo paralisações, devem ser comunicadas a este Instituto.	O início das obras foi comunicado ao órgão por meio do <b>Ofício PROSUB-EBN 10-0054 em 19/09/2010.</b>
2.2	Encaminhar ao IBAMA a Licença de Construção expedida pela Comissão Nacional de Energia Nuclear – CNEN para que possa autorizar a instalação das unidades/instalações nucleares correlatas ao empreendimento.	O processo de licenciamento na CNEN está em andamento.
2.3	Implementar todos os programas ambientais aprovados e citados abaixo, bem como as medidas mitigadoras propostas, ajustando-os as considerações técnicas apresentadas pelo IBAMA ao longo deste parecer, apresentando relatórios	Os Programas Ambientais propostos no PBA e aprovados pelo IBAMA para a fase de instalação do empreendimento



N°	CONDICIONANTE	REGISTROS
	<p>semestrais de andamento dos mesmos.</p> <p>Ressalta-se que os programas de monitoramento que já vem sendo executados pelo Porto deverão ter seu escopo ampliado, com vistas a abranger e se integrarem aos programas de monitoramento ambiental propostos para as obras em questão.</p>	<p>estão sendo implementados.</p>
2.4	<p>Apresentar ao IBAMA, para os programas da socioeconomia, relatório anual das atividades realizadas. O acompanhamento por parte do empreendedor deve ser contínuo, necessitando avaliações bimestrais dos programas para possíveis mudanças de estratégias caso os objetivos propostos não estejam sendo alcançados. Tal acompanhamento deve ser registrado e encaminhado ao IBAMA junto com o relatório anual.</p>	<p>Os relatórios anuais dos programas sociais estão sendo reportados por meio do presente relatório.</p>
2.5	<p>Os programas ambientais relacionados ao meio biótico devem ser implementados considerando as adequações elencadas no parecer técnico n° 116/2010, em especial as abaixo relacionadas, apresentando relatórios semestrais de atividades.</p>	
	<p>Todas as atividades que envolvam manejo captura e/ou coleta de fauna devem ser previamente autorizadas pelo IBAMA</p>	<p><b>Autorização N° 277/2010</b> - Resgate/Salvamento de Recursos Faunísticos (Anexo I)</p> <p><b>Autorização N°160/2011</b> - Monitoramento da Recursos Faunísticos (Anexo II)</p> <p><b>Autorização N° 218/2011</b> - Monitoramento de Recursos Pesqueiros (Anexo III)</p>
	<p>O relatório referente ao resgate da fauna deverá ser acompanhado do plano de supressão de vegetação, detalhando e evidenciando as ações desempenhadas no momento do corte (traçado do maquinário de corte), bem como a origem e destino de cada exemplar capturado, por meio de georreferenciamento dos pontos em que foram identificados e dos pontos de soltura, e de registros fotográficos.</p>	<p>Essas atividades estão detalhadas na <b>Seção II. Projeto 4. Subprojeto 6. Resgate de Fauna.</b></p>
	<p>No âmbito do programa de monitoramento da comunidade bentônica, considerar ponto de amostragem na área de descarte do material dragado não contaminado.</p>	
	<p>Apresentar a campanha de levantamento da comunidade bentônica de fundo inconsolidado nos mesmos pontos amostrais do diagnóstico já realizado, que deve ser realizada antes do início das obras.</p>	
	<p>Para ocasião da apresentação dos resultados do monitoramento, deverão ser observados os seguintes critérios: (i) na análise de metais pesados em macroalga <i>Padina gymnospera</i> e pescado os limites de detecção do método devem ser apresentados e indicada a metodologia utilizada, bem como comparações com dados pretéritos, (ii) no monitoramento do pescado devem ser adotados os mesmos metais pesados analisados para a macroalga, (iii) a aplicação do IBE para assembléia de peixes deve ser detalhada, (iv) discutir as relações temporais com apresentação dos resultados acumulados submetendo-os a análise estatística, (v) para o monitoramento da comunidade bentônica deve ser apresentado o desenho experimental e ressaltado os dados relativos a espécies introduzidas, (vi) para o monitoramento da comunidade planctônica evidenciar os resultados relativos a microalgas produtoras de toxinas e consequências da alteração</p>	<p>Essas atividades estão detalhadas na <b>Seção II. Projeto 4. Subprojeto 4. Monitoramento da Biota Aquática.</b></p>



N°	CONDICIONANTE	REGISTROS
	<p>da estrutura da comunidade.</p> <p>Sobre a frequência dos monitoramentos sugerimos a homogeneização da periodicidade da avaliação de metais pesados na macroalga <i>Padina gymnospera</i> e no pescado para trimestral durante a dragagem e semestral durante o restante da instalação e operação. Para avaliação da estrutura e dinâmica das comunidades aquáticas (plancônica, bentônica de fundo consolidado e não-consolidado e da assembléia de peixes) sugere-se periodicidade quadrimestral durante a instalação e semestral durante a operação do empreendimento.</p>	
2.6	<p>Os programas ambientais relacionados ao meio físico devem ser implementados considerando as adequações elencadas no parecer técnico n° 116/2010, em especial as abaixo relacionadas, apresentando relatórios anuais de atividades.</p> <p>Apresentar a planta-baixa das estruturas necessárias para as fases de instalação (no prazo máximo de 30 dias) e de operação, contendo a indicação:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>(i) das redes de esgoto e de drenagem;</li><li>(ii) das unidades do empreendimento, identificando aquelas que podem gerar efluentes oleosos e/ou industriais;</li><li>(iii) das unidades de tratamento (ETEs, caixas de sedimentação, caixas de gordura, separadores água e óleo);</li><li>(iv) dos pontos de monitoramento propostos; e</li><li>(v) do(s) ponto(s) de lançamento.</li></ul> <p>Apresentar os projetos técnicos das ETEs propostas e dos separadores água e óleo, indicando a eficiência estimada;</p> <p>Apresentar, no prazo de 30 dias, simulação da dispersão do efluente tratado, avaliando-se principalmente, as condições de autodepuração do corpo receptor em relação aos parâmetros OD, DBO, compostos nitrogenados, fósforo e coliformes termotolerantes, levando-se em conta a Resolução CONAMA n° 357/05;</p> <p>Apresentar, no prazo de 30 dias, o projeto executivo e a localização da Central de Armazenamento Temporário de Resíduos a ser utilizada nas fases de instalação e operação do empreendimento;</p> <p>Apresentar, no prazo de 30 dias, as licenças ambientais e os contratos de prestação de serviço das empresas terceirizadas responsáveis pela coleta, transporte e destinação final dos resíduos;</p> <p>Apresentar, no prazo de 30 dias, os projetos executivos dos postos de combustíveis, com a indicação e localização do sistema de contenção, separador água e óleo, possíveis pontos de lançamento do efluente tratado e cursos d'água e lençol freático existente;</p> <p>Prever, no âmbito do Subprojeto de Monitoramento e Controle Ambiental da Dragagem, ações de monitoramento dos sedimentos na área de descarte oceânica, com coleta de amostras representativas de sedimentos disposto na área de descarte e caracterização geoquímica dos mesmos, de acordo com os parâmetros da CONAMA 344;</p> <p>Encaminhar ao IBAMA relatórios anuais de acompanhamento dos monitoramentos sísmológico e meteorológico.</p>	<p>Informações Apresentadas ao órgão no prazo estipulado, por meio do <b>Ofício PROSU-EBN 10-0051 de 06/09/10.</b></p> <p>Essas atividades estão detalhadas na <b>Seção III. Projeto 9. Subprojeto 1. Monitoramento e Controle Ambiental da Dragagem</b></p> <p>Fase de Operação</p>



N°	CONDICIONANTE	REGISTROS
2.7	Adequar o Projeto de Gerenciamento de Riscos	
	<p>No item "5.1.3 Resposta a vazamento", deve-se indicar os números dos telefones de cada um dos envolvidos, inclusive o contato dos órgãos ambientais estadual e federal; deve-se ainda inserir as equipes de resposta e respectivas formas de contato no procedimento de comunicação inicial do acidente;</p> <p>Apresentar o contrato de prestação de serviços da empresa especializada em atendimento a emergências, indicando o tempo hábil para chegar ao local do acidente e os equipamentos disponíveis para serem utilizados neste empreendimento em questão;</p> <p>Prever treinamentos específicos de gerenciamento de riscos para os diversos atores envolvidos, indicando a carga horária, tema abordado e frequência;</p>	<p>As adequações solicitadas foram incorporadas a <b>Seção III. Projeto 6. Gerenciamento de Risco.</b></p>
	<p>Apresentar, no prazo de 30 dias, a autorização emitida pelo Exército para a utilização de explosivos;</p>	<p>O <b>Ofício PROSU-EBN 10-0051 de 06/09/10</b> apresentou a solicitação de concessão do Certificado de Registro (CR) para adquirir e empregar explosivos e acessórios.</p> <p>O CR está apresentado na <b>Seção III. Projeto 2. Critérios e Procedimentos Ambientais.</b></p>
	<p>Apresentar as Fichas de Informações de Segurança de Produto Químico (FISPQ) das substâncias a serem manipuladas durante as fases de instalação (no prazo de 30 dias) e de operação;</p>	<p>Informações Apresentadas ao órgão no prazo estipulado, por meio do <b>Ofício PROSU-EBN 10-0051 de 06/09/10.</b></p>
	<p>Para a fase de operação, apresentar um Estudo de Análise de Risco, contendo o Programa de Gerenciamento de Risco e Plano de Ação de Emergência, além do próprio PEI.</p>	
2.8	<p>Apresentar o Plano de Emergência Individual (PEI) atualizado até 6 meses antes da finalização das obras de implantação, de acordo com a Resolução CONAMA n° 398/08.</p>	<p>A elaboração dos estudos está prevista para ser realizada antecedendo a fase de operação.</p>
2.9	<p>Apresentar relatórios trimestrais das atividades da operação de dragagem, consolidando planilhas mensais do acompanhamento da dragagem, além das atividades de monitoramento elencadas para mitigação dos impactos.</p>	<p>Os relatórios trimestrais foram apresentados ao órgão, conforme o <b>Ofício n° 122/COGESN-MB de 27/05/11</b> e <b>Ofício n° 204/COGESN-MB de 22/08/11.</b></p> <p>O relatório contemplando o terceiro trimestre de atividades é apresentado no escopo deste estudo, conforme a <b>Seção III. Projeto 9. Subprojeto 1. Monitoramento e Controle Ambiental da Dragagem.</b></p>
2.10	<p>Firmar, junto a Câmara Federal de Compensação Ambiental, termo de compromisso para o cumprimento das medidas compensatórias, previstas no Art. 36, da Lei n° 9.985/2000, decorrente do significativo impacto ambiental identificado no processo de licenciamento, sob pena de suspensão dos efeitos desta licença.</p>	<p>O andamento do processo está detalhado na <b>Seção II. Projeto 3. Subprojeto 1. Compensação Ambiental.</b></p>



N°	CONDICIONANTE	REGISTROS
2.11	Apresentar Relatório Final sobre os trabalhos de Prospecção Arqueológica (para LO).	O Relatório Final será apresentado antecedendo a solicitação da L.O..

#### 4 PROGRAMAS AMBIENTAIS

Os programas ambientais contemplados nesse Relatório Anual da Gestão Ambiental da Construção, ano de 2011, estão inseridos na Seção II (Programa de Gestão Ambiental Integrada) e Seção III (Programa Ambiental da Construção) do Plano Básico Ambiental.

A Seção II – Gestão Ambiental Integrada é composta pelos seguintes projetos:

- Projeto 1. Gerenciamento e Interface
- Projeto 2. Comunicação Social
- Projeto 3. Projeto Institucional
  - Subprojeto 1. Compensação Ambiental
  - Subprojeto 2. Fortalecimento do Gerenciamento Costeiro da Baía de Sepetiba
  - Subprojeto 3. Adequação da Infraestrutura Local à Demanda Emergente
  - Subprojeto 4. Desenvolvimento Econômico
    - Ações 1. Formação de Mão de Obra para as Operações
    - Ações 2. Estímulo ao Setor Secundário
    - Ações 3. Estímulo ao Setor Terciário
  - Subprojeto 5. Abrangência Local
    - Ações 1. Fortalecimento da pesca Artesanal e da Maricultura
    - Ações 2. Apoio ao Desenvolvimento do Turismo
    - Ações 3. Educação Ambiental para a Comunidade
- Projeto 4. Controle de Qualidade Ambiental
  - Subprojeto 1. Centro de Monitoramento Ambiental
  - Subprojeto 2. Monitoramento das Correntes Marítima
  - Subprojeto 3. Monitoramento da Qualidade da Água
  - Subprojeto 4. Monitoramento da Biotá Aquática
  - Subprojeto 5. Monitoramento da Fauna Terrestre
  - Subprojeto 6. Resgate de Fauna



- Projeto 5. Projeto de Educação Patrimonial e Valorização Sociocultural

A Seção III – Programa Ambiental da Construção - PAC é composta pelos seguintes projetos:

- Projeto 1. Projeto de Gestão Ambiental da Construção
- Projeto 2. Critérios e Procedimentos Operacionais
- Projeto 3. Gerenciamento de Resíduos Sólidos
- Projeto 4. Treinamento e Capacitação de Mão de Obra
- Projeto 5. Mitigação das Interferências no Sistema Viário
- Projeto 6. Gerenciamento de Riscos
- Projeto 7. Educação Ambiental para os Trabalhadores da Obra
- Projeto 8. Recuperação de Áreas Degradadas
- Projeto 9. Monitoramento e Controle Ambiental
  - Subprojeto 1. Monitoramento e Controle Ambiental da Dragagem
  - Subprojeto 2. Monitoramento e Controle de Erosão
  - Subprojeto 3. Monitoramento e Controle de Emissão de Ruídos
  - Subprojeto 4. Monitoramento de Efluentes
  - Subprojeto 5. Monitoramento e Controle da Emissão de Material Particulado

Os programas ambientais referentes ao Programa de Gestão Ambiental do Estaleiro (Seção IV), Gestão Ambiental da Base Naval (Seção V) e Programa de Gerenciamento Radiológico (Seção VI) só terão início na fase de operação do empreendimento.



## **5 ANEXOS**

### **5.1 ANEXO I – ESTUDO DE MODELAGEM MATEMÁTICA DE ONDAS E HIDRODINÂMICA - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS HIDROVIÁRIAS (INPH)**

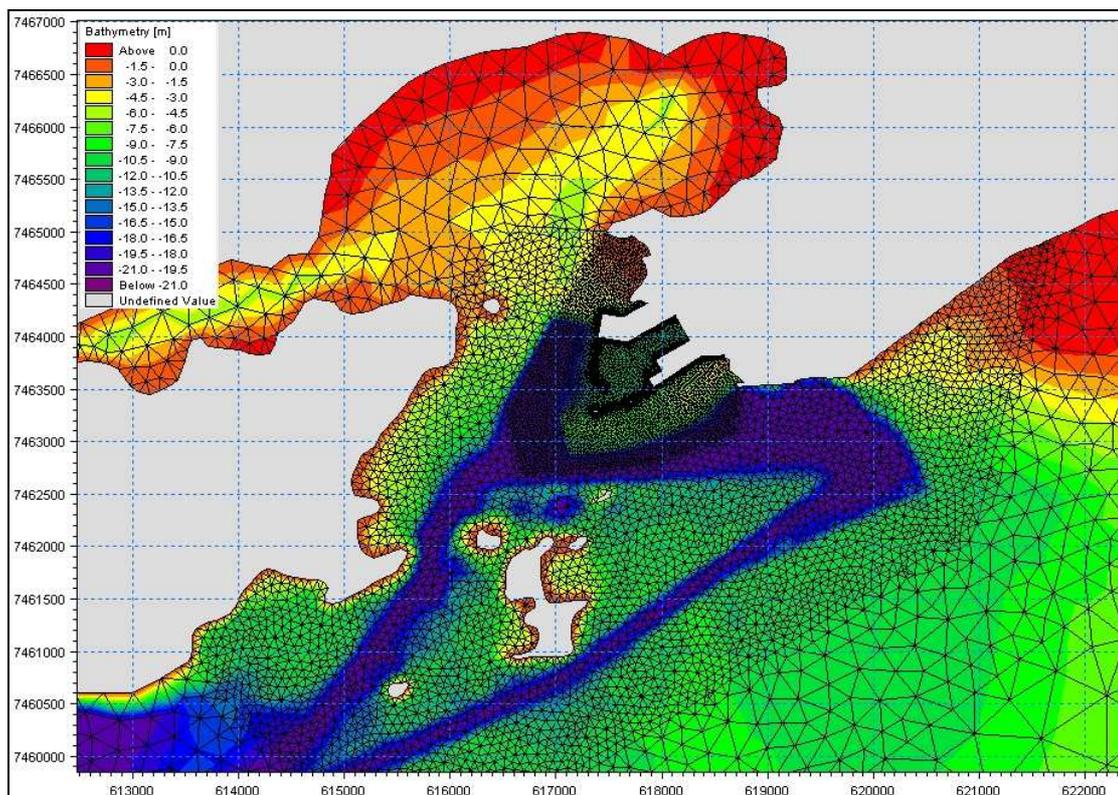


**INPH : 01 / 2011**

**CÓDIGO : Itaguaí - 1040 / 07**

**ESTUDO DE MODELAGEM MATEMÁTICA DE ONDAS E HIDRODINÂMICA NA  
REGIÃO DA BASE NAVAL DE ITAGUAÍ – RJ, MARINHA DO BRASIL.**

**RELATÓRIO FINAL**



**JANEIRO / 2011**



## **APRESENTAÇÃO**

O presente relatório trata do estudo de modelagem matemática de ondas para 3 diferentes layouts dos molhes de abrigo da Base Naval de Itaguaí – RJ, da Marinha do Brasil, conforme solicitado pelo cliente.

É apresentada a opção de layout escolhida pela Marinha do Brasil e um estudo de modelagem hidrodinâmica comparando a situação atual e a de projeto.

O INPH apresenta os resultados e análises das simulações.

**DOMENICO ACCETTA**

Diretor do INPH / SEP



## **EQUIPE TÉCNICA**

### **Coordenação Geral:**

Engº Domenico Accetta

- Diretor do INPH

Engº Paulo César da Silva Freire

- Coordenador de Pesquisas

### **Serviços de Escritório:**

Oceanógrafo Rafael Paes Leme

Engº Valtair Paes Leme Pires

Oceanógrafo Reniel Dalbone



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>05</b>
<b>2. MODELO DE ONDAS .....</b>	<b>06</b>
<b>2.1. ANÁLISE ESTATÍSTICA DE VENTO.....</b>	<b>08</b>
<b>2.2. GERAÇÃO DE ONDAS PELO VENTO .....</b>	<b>10</b>
<b>2.3. RESULTADOS .....</b>	<b>12</b>
<b>3. MODELAGEM HIDRODINÂMICA.....</b>	<b>18</b>
<b>3.1. METODOLOGIA .....</b>	<b>19</b>
<b>3.2. CALIBRAÇÃO .....</b>	<b>23</b>
<b>3.3. RESULTADOS .....</b>	<b>25</b>
<b>4. CONCLUSÕES .....</b>	<b>38</b>



## **1. INTRODUÇÃO**

Este relatório apresenta o final dos estudos de modelagem matemática realizados pelo INPH para a construção dos molhes de proteção da Base Naval de Itaguaí - RJ, da Marinha do Brasil.

Estão presentes um resumo da modelagem de ondas apresentada nos relatórios INPH 40/2010 e 57/2010, suas conclusões e os resultados do estudo de modelagem hidrodinâmica, realizando a comparação entre a situação atual e a situação após a construção do layout escolhido para os molhes de proteção.

## 2. MODELO DE ONDAS

Foram estudados e analisados 3 diferentes layouts para os molhes de abrigo da Base naval de Itaguaí – RJ, da Marinha do Brasil. O estudo foi realizado através de modelagem matemática, testando as 3 configurações do molhe (fig.1) para 3 direções de onda que alcançam o local.

Os layouts foram denominados: 0, 1 e 2. O layout 0 foi inicialmente proposto pelo cliente. O layout 1 foi uma alteração do layout 0 realizando um transpasse nos molhes, para melhorar a proteção nos piers internos. E o layout 2, proposto pelo INPH, foi um leve ajuste do layout 1, apenas para retilinizar o canal de acesso, com a intenção de facilitar a manobra dos submarinos.

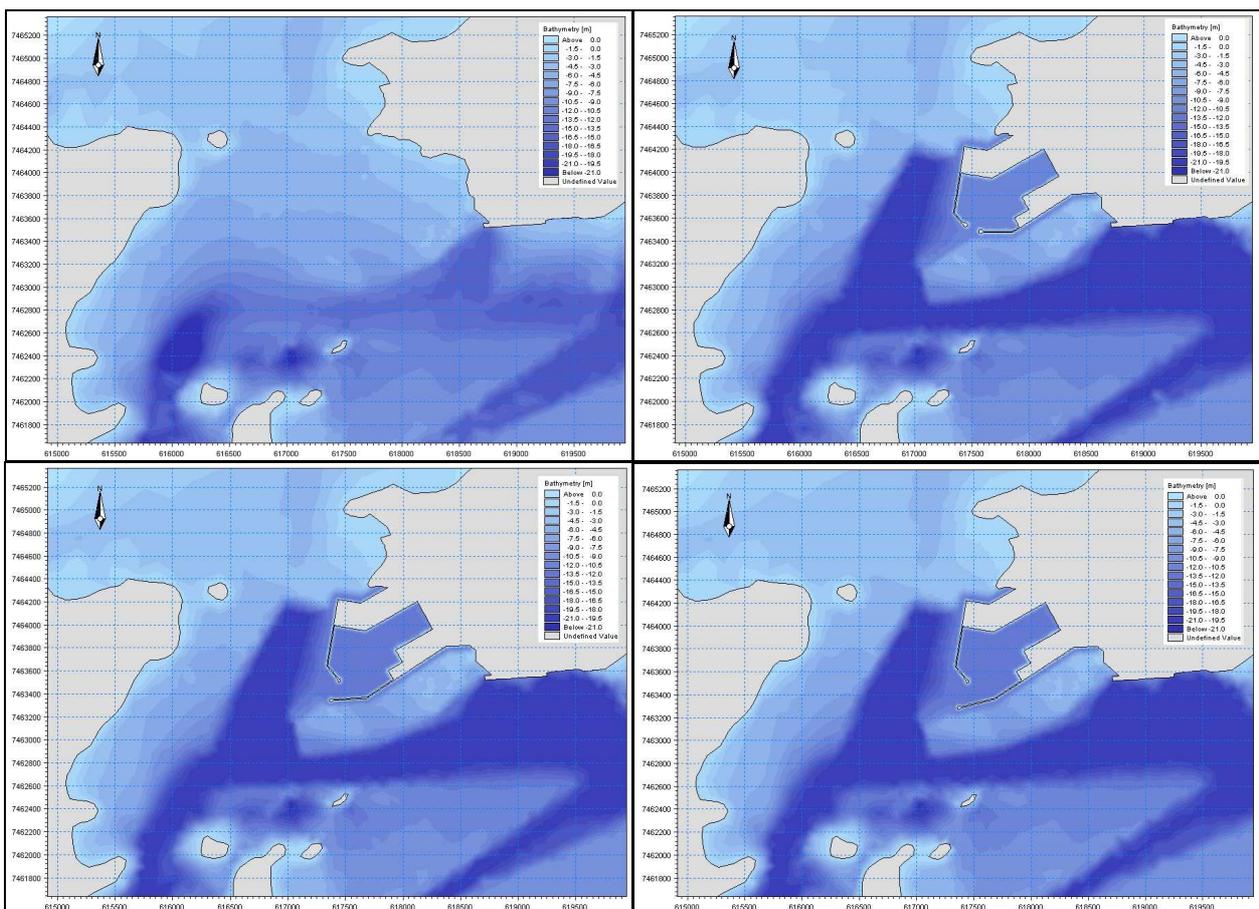


Figura 1. Diferentes layouts dos molhes de proteção da Base Naval de Itaguaí. (a) Situação atual; (b) Layout 0; (c) Layout 1; (d) Layout 2.



O modelo matemático utilizado foi o MIKE 21 SW, desenvolvido pelo DHI Water & Health, da Dinamarca, que é capaz de simular a propagação de ondas e a geração de ondas pelo vento.

Como a área encontra-se em uma região abrigada do alcance das ondas que vem de fora da baía (swell), a simulação contemplou apenas a geração de ondas pelo vento local. Será considerado um vento constante em todo o domínio do modelo, cujas velocidades adotadas serão as encontradas em uma análise estatística para um período de recorrência de 1000 anos, a partir de 2 anos de medição.

## 2.1. ANÁLISE ESTATÍSTICA DE VENTO

Uma série de medição de vento de 2 anos foi obtida no site do Sistema de Meteorologia do Estado do Rio de Janeiro (SIMERJ). Os dados utilizados foram medidos na estação de Ilha Grande nos anos de 2005 (fig.2) e 2006 (fig.3).

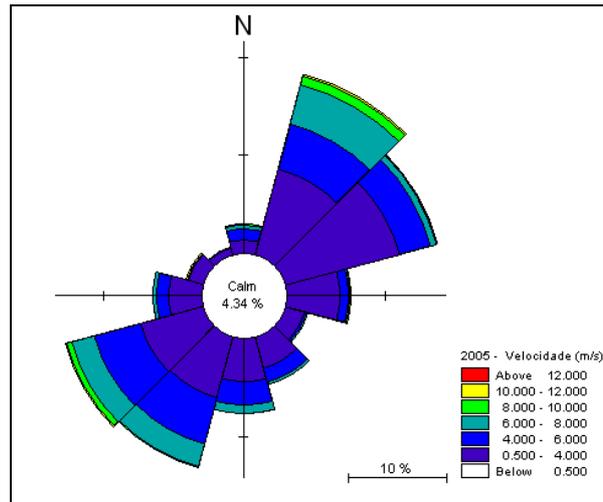


Figura 2. Rosa de ventos – 2005.

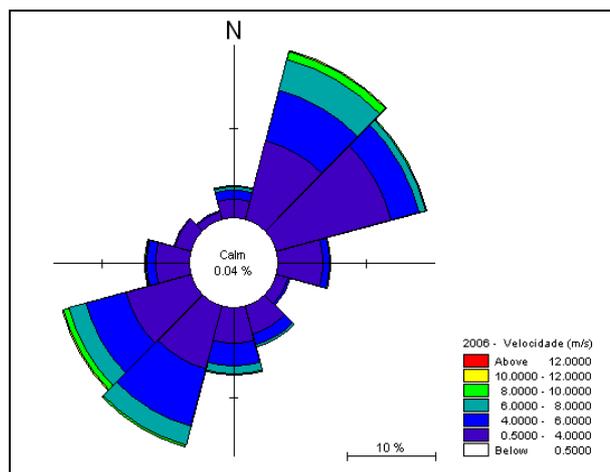


Figura 3. Rosa de ventos – 2006.

O intervalo de medição foi de 1 hora, onde diversos parâmetros foram disponibilizados, porém os dados utilizados neste estudo são os dados de direção e velocidade do vento.

Foi realizado um estudo estatístico com os dados de velocidade de vento, onde diversas distribuições estatísticas foram comparadas com a frequência dos dados medidos. Foram observados os coeficientes de correlação e o desvio de cada distribuição. Uma tabela com a lista de distribuições testadas e com os resultados está apresentada abaixo (tabela I).

**Tabela I. Análise estatística da série de vento.**

Distribuição	Correlação	Desvio	Período de Retorno						
			1 Mês	1 Ano	10 Anos	30 Anos	50 Anos	100 Anos	1000 Anos
Gumbel	0.9815	0.7325	12.97	17.2154	21.1484	23.025	23.8975	25.0814	29.0144
Exponencial	0.9717	9.4669	12.9818	17.4106	21.5144	23.4724	24.3829	25.6182	29.7221
Weibull K1	0.9957	0.35	13.1718	16.1489	18.5685	19.6384	20.1202	20.7595	22.7774
Welbull K = 0.9	0.9614	1.0704	12.913	17.6984	22.267	24.4847	25.5234	26.9401	31.7018
Welbull K = 1.1	0.9792	0.7787	13.0315	17.1741	20.9201	22.6823	23.4968	24.5973	28.2185
Welbull K = 1.2	0.9845	0.6696	13.0681	16.9768	20.4398	22.0498	22.7902	23.7872	27.0415
Welbull K = 1.3	0.9883	0.5799	13.0956	16.8098	20.0442	21.5329	22.2147	23.13	26.0976
Welbull K = 1.4	0.991	0.5074	13.1165	16.6669	19.7131	21.1031	21.7375	22.5869	25.3251
Welbull K = 1.5	0.9929	0.4504	13.1327	16.5433	19.4322	20.7406	21.3358	22.1312	24.6821
Welbull K = 1.6	0.9942	0.4075	13.1453	16.4353	19.1909	20.4309	20.9934	21.7436	24.1393
Welbull K = 1.7	0.995	0.995	13.1552	16.3404	18.9817	20.1634	20.6982	21.4103	23.6753
Welbull K = 1.8	0.9955	0.3594	13.1631	16.2562	18.7986	19.9303	20.4413	21.1207	23.2744
Welbull K = 1.9	0.9957	0.3511	13.1693	16.1811	18.6371	19.7253	20.2157	20.8669	22.9248
Lognormal	0.9064	0.5766	40.452	60.7865	83.4725	93.6762	101.406	109.7735	136.2727
Exponencial Quadrática	0.9839	0.5309	13.3277	15.9738	18.0833	19.0075	19.4222	19.9713	21.6955

O critério para avaliar a melhor aderência, ou seja, o ajuste das curvas, dos dados medidos com cada distribuição é que haja maior correlação e menor desvio. Podemos observar que a distribuição com maior aderência foi a de Weibull K1 (verde), que extrapola a velocidade do vento para o período de 1000 anos a 22.77 m/s.

Como as distribuições de Weibull com K= 1.5 , 1.6 , 1.8 , e 1.9 também apresentaram boas correlações e baixos desvios, o vento a ser utilizado no cálculo da onda de projeto será o maior encontrado, que é para Weibull K= 1.5, onde o vento para 1000 anos foi 24,68 m/s.

## 2.2. GERAÇÃO DE ONDAS PELO VENTO

Dentro do pacote de modelagem matemática MIKE 21, diversos módulos estão disponíveis para realização de projetos, onde cada um é mais indicado de acordo com as peculiaridades de cada estudo.

O módulo utilizado nas simulações de onda foi o MIKE 21 SW (spectral waves), que é capaz de simular a geração de ondas, tendo dados de vento como condição de contorno.

Os 3 layouts de proteção da Base Naval foram estudados para 3 direções de vento:  $135^\circ$ ,  $180^\circ$  e  $240^\circ$  (fig.4). Estas são as direções em que o vento encontra as maiores pistas para sua atuação, e que possuem ocorrência para a região, e a direção  $240^\circ$  é uma das que possui maior frequência. A velocidade do vento foi constante em todas as simulações, com 25 m/s, representando o vento de recorrência de 1000 anos calculado na análise estatística apresentada.



Figura 4. Local de medição dos dados de vento, e direções de vento analisadas no estudo.

A batimetria utilizada inclui os dados de levantamentos batimétricos fornecidos pelo cliente e os dados do projeto de dragagem, além das profundidades retiradas das cartas

náuticas da DHN. Ela foi gerada no próprio modelo MIKE 21 a partir da interpolação de todos os pontos com informação de profundidade, e está apresentada na figura 5. Um detalhe da malha numérica, do tipo triangular não estruturada, em volumes finitos, pode ser visto na figura 6.

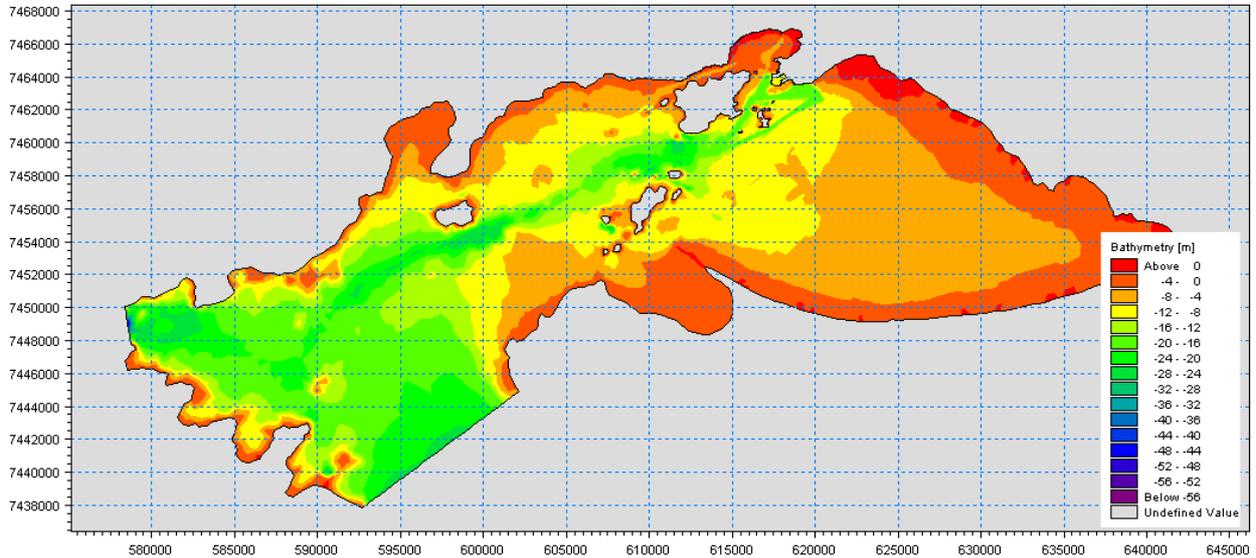


Figura 5. Batimetria utilizada no modelo.

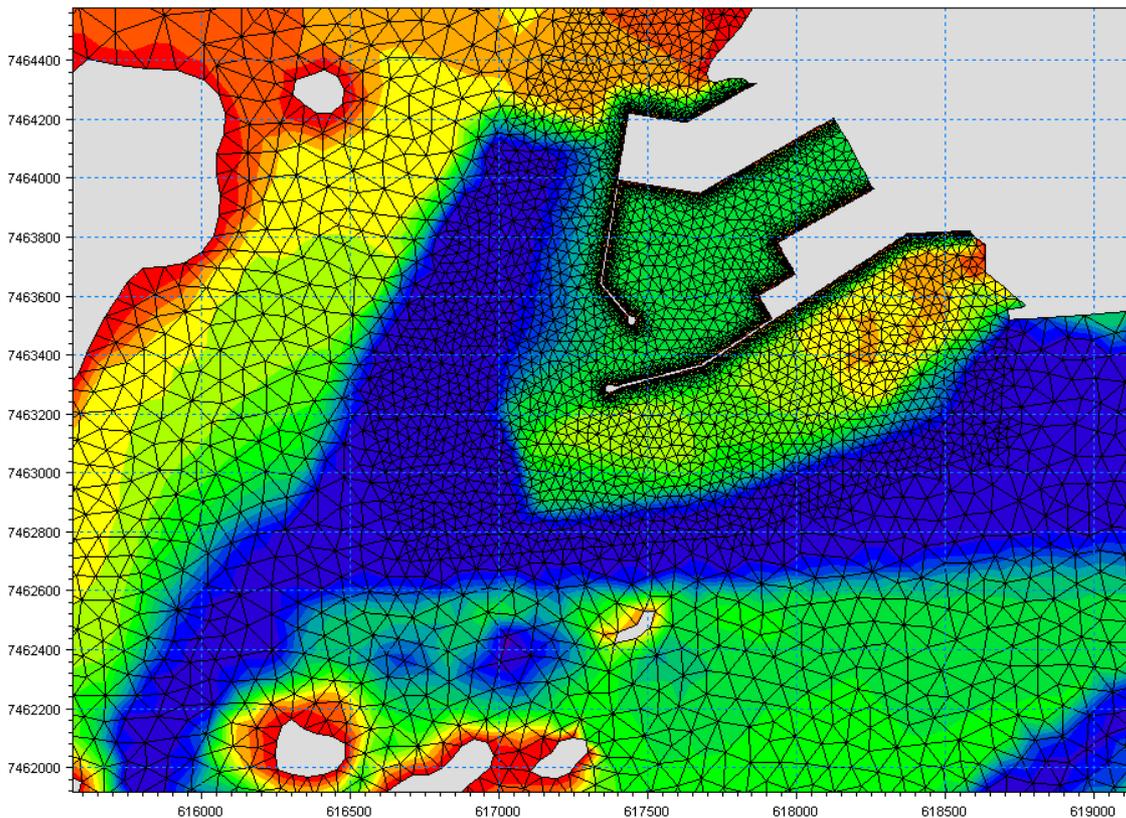


Figura 6. Detalhe da malha computacional utilizada no modelo.

## 2.3. RESULTADOS

Na figura 7 estão plotados 8 pontos para comparação das alturas nas 9 simulações, cujos valores estão nas tabelas II, III e IV. O ponto 5 representa o batente, e os outros pontos representam piers.

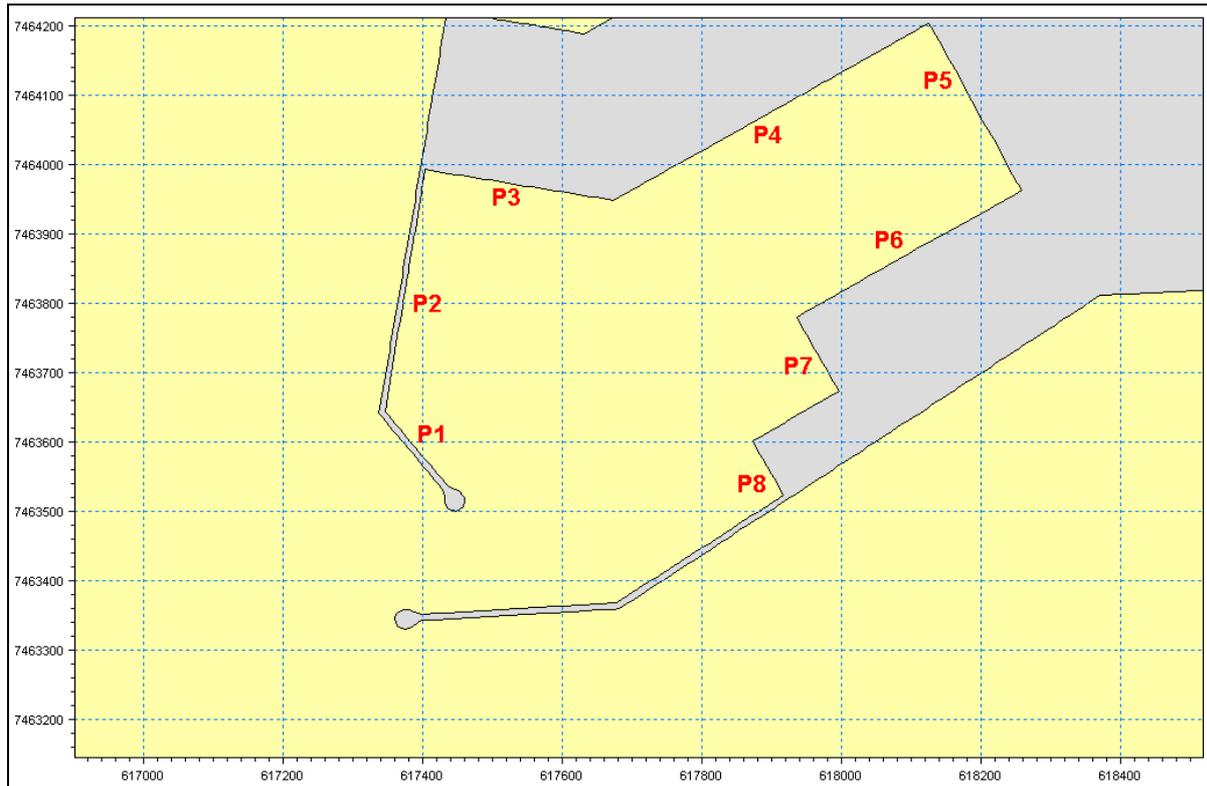


Figura 7. Pontos de comparação de altura significativa de onda.

Tabela II. Comparação de  $H_s$  para a simulação com o vento de  $135^\circ$ .

Direção do vento ->	135°							
Pontos ->	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Layout 0	0.33	0.54	0.48	0.10	0.15	0.03	0.09	0.06
Layout 1	0.02	0.06	0.08	0.04	0.08	0.02	0.06	0.08
Layout 2	0.03	0.08	0.09	0.06	0.11	0.02	0.06	0.07

Tabela III. Comparação de  $H_s$  para a simulação com o vento de  $180^\circ$ .

Direção do vento ->	180°							
Pontos ->	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Layout 0	0.27	0.55	0.57	0.34	0.48	0.15	0.26	0.13
Layout 1	0.05	0.07	0.15	0.26	0.38	0.08	0.26	0.25
Layout 2	0.05	0.09	0.17	0.32	0.47	0.10	0.28	0.30

**Tabela IV. Comparação de Hs para a simulação com o vento de 240°.**

Direção do vento ->	240°							
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Layout 0	0.09	0.19	0.33	0.32	0.56	0.21	0.38	0.25
Layout 1	0.05	0.05	0.10	0.28	0.45	0.18	0.39	0.39
Layout 2	0.05	0.06	0.12	0.36	0.55	0.20	0.40	0.47

Os valores em vermelho nas tabelas acima são das alturas maiores que 0,40m. Podemos observar que em todos os casos o layout 0 é o que está menos protegido.

Em todas as simulações os menores valores de Hs foram alcançados com o layout 1, porém com pouca diferença nos locais de maior importância em relação ao layout 2.

Caso o único critério na escolha do layout seja a obtenção de menores alturas de onda, o layout 1 seria o melhor. Porém, levando-se em consideração o fato de o layout 2 facilitar a manobra das embarcações e da diferença ser pouca em relação ao layout 1, então o layout 2 seria a melhor opção.

Os resultados foram apresentados ao cliente e decidiu-se que o layout 2 seria o layout a ser construído, dando-se assim condições para prosseguimento dos estudos de modelagem matemática. A próxima etapa é a modelagem hidrodinâmica.

Os resultados de Hs da modelagem de ondas para o layout 2 estão apresentados nas figuras 8 a 10, para as direções 135, 180 e 240, respectivamente.

Para o vento a 25 m/s de direção 135°, as ondas alcançam o molhe Sul com direção média 132° e altura significativa 1,95m.

Podemos observar que para esta direção, o layout 2 está bem abrigado em todos os pontos internos da Base, e a altura de onda que alcança os piers e o batente é inferior a 0,15m.

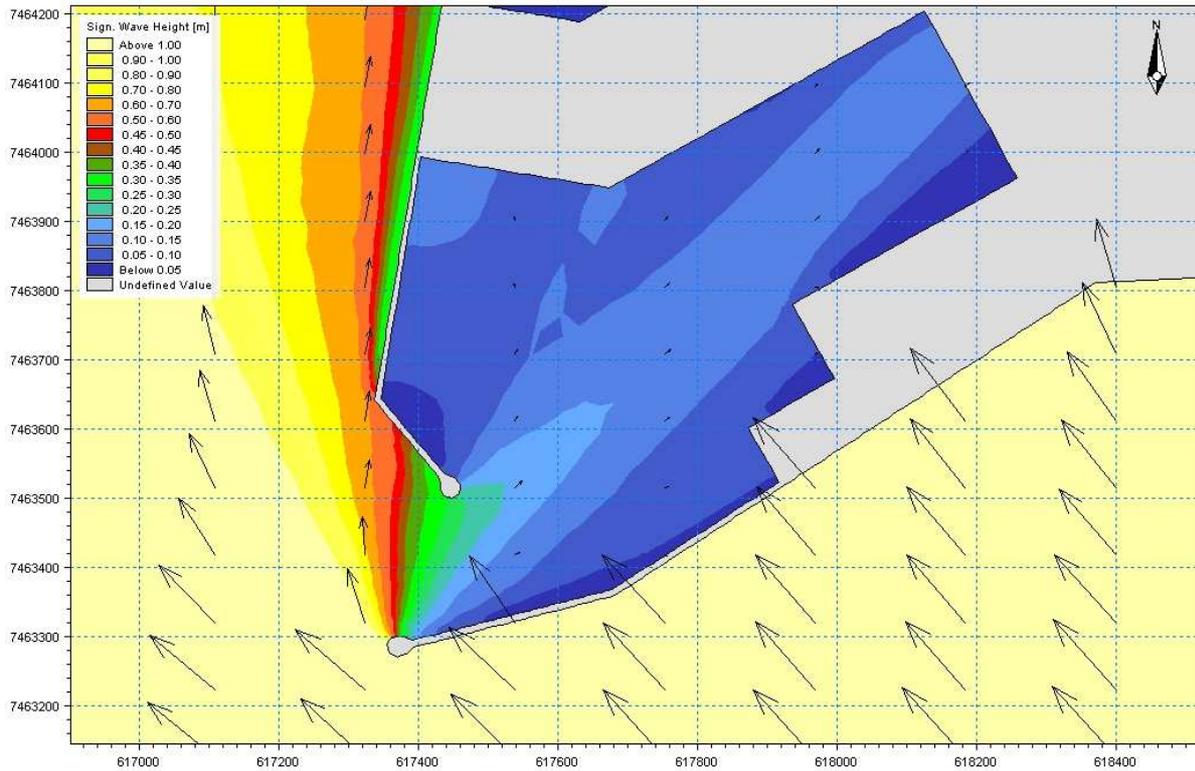


Figura 8. Resultado de Hs com o vento de 135° simulado para o layout 2.

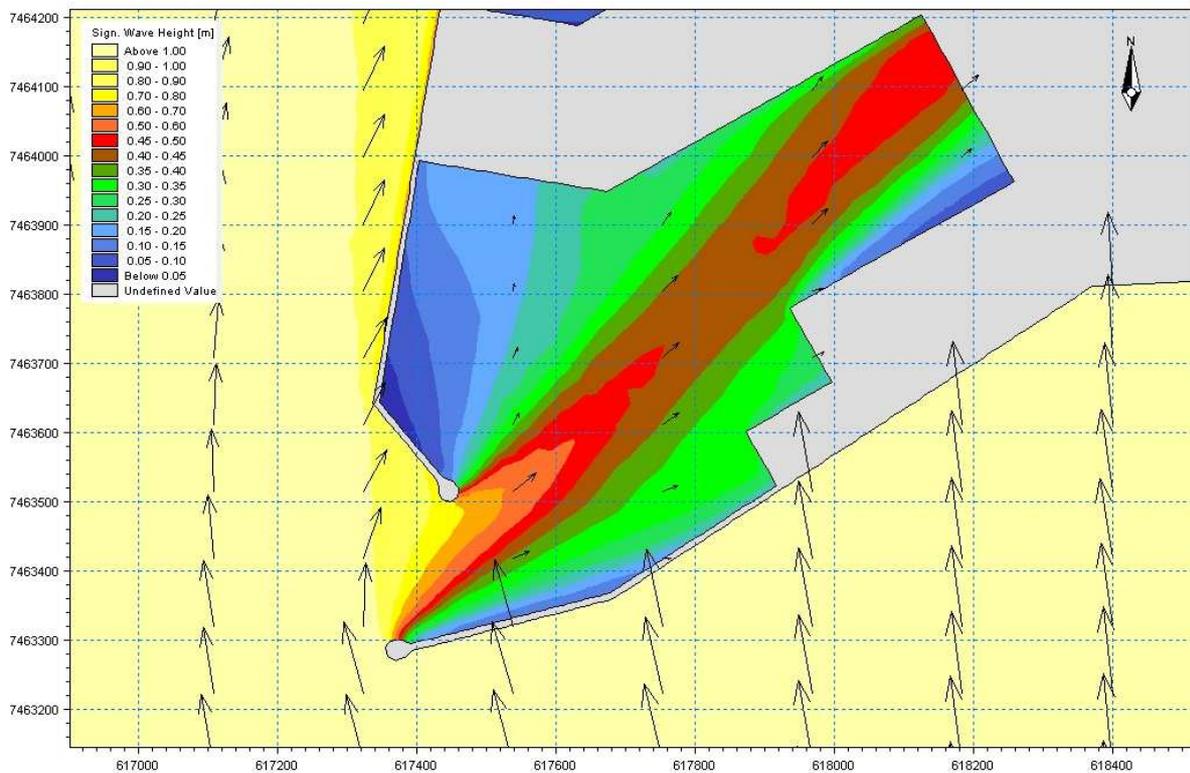


Figura 9. Resultado de Hs com o vento de 180° simulado para o layout 2.

Para o vento a 25 m/s de direção 180°, as ondas alcançam o molhe Sul com direção média 163° e altura significativa 1,60m.

Para o layout 2 apenas no batente chegam ondas de 0,50m e nos piers ondas menores que 0,35m.

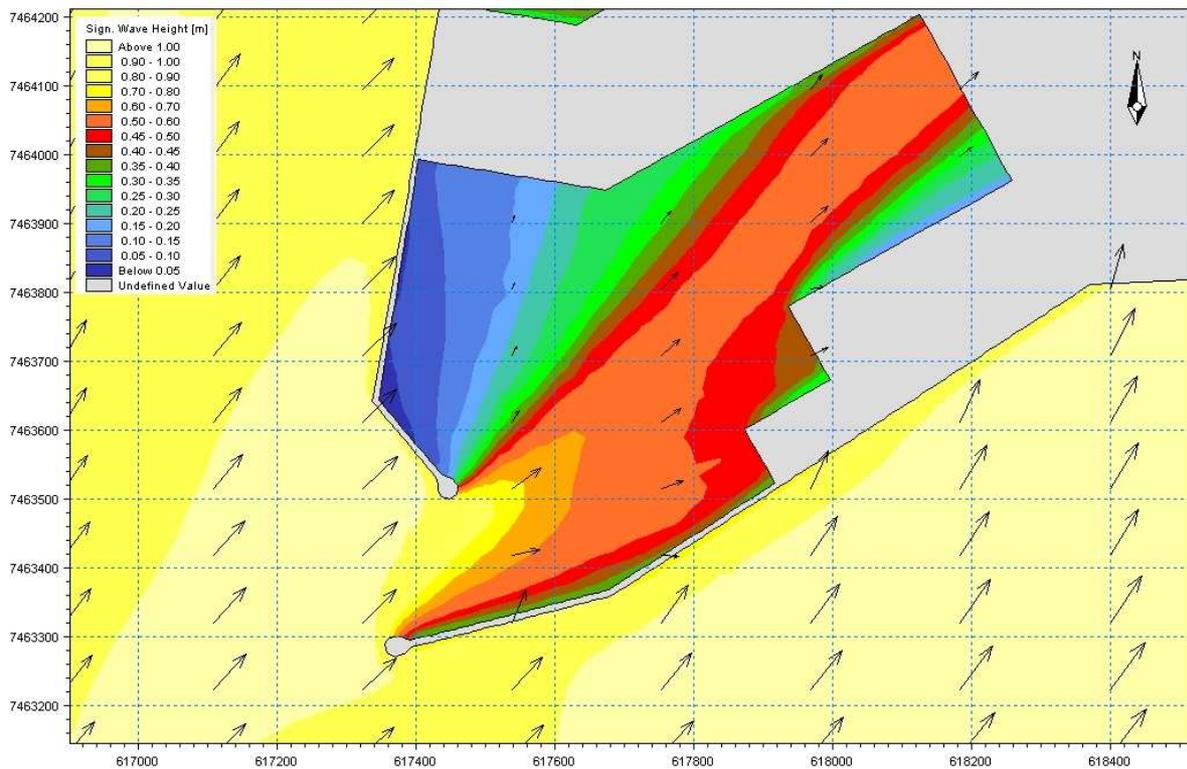


Figura 10. Resultado de Hs com o vento de 240° simulado para o layout 2.

Para o vento a 25 m/s de direção 240°, as ondas alcançam o molhe Sul com direção média 225° e altura significativa 1,06m.

Para o layout 2 apenas no batente chegam ondas de até 0,60m e nos piers ondas menores que 0,50m.

Nas figuras 11 a 13 podemos ver os resultados de Período de Pico ( $T_p$ ) para as simulações das 3 direções. Em todas as direções os períodos das ondas, quando essas chegam aos molhes, são pequenos, alcançando no máximo a 4,5s.

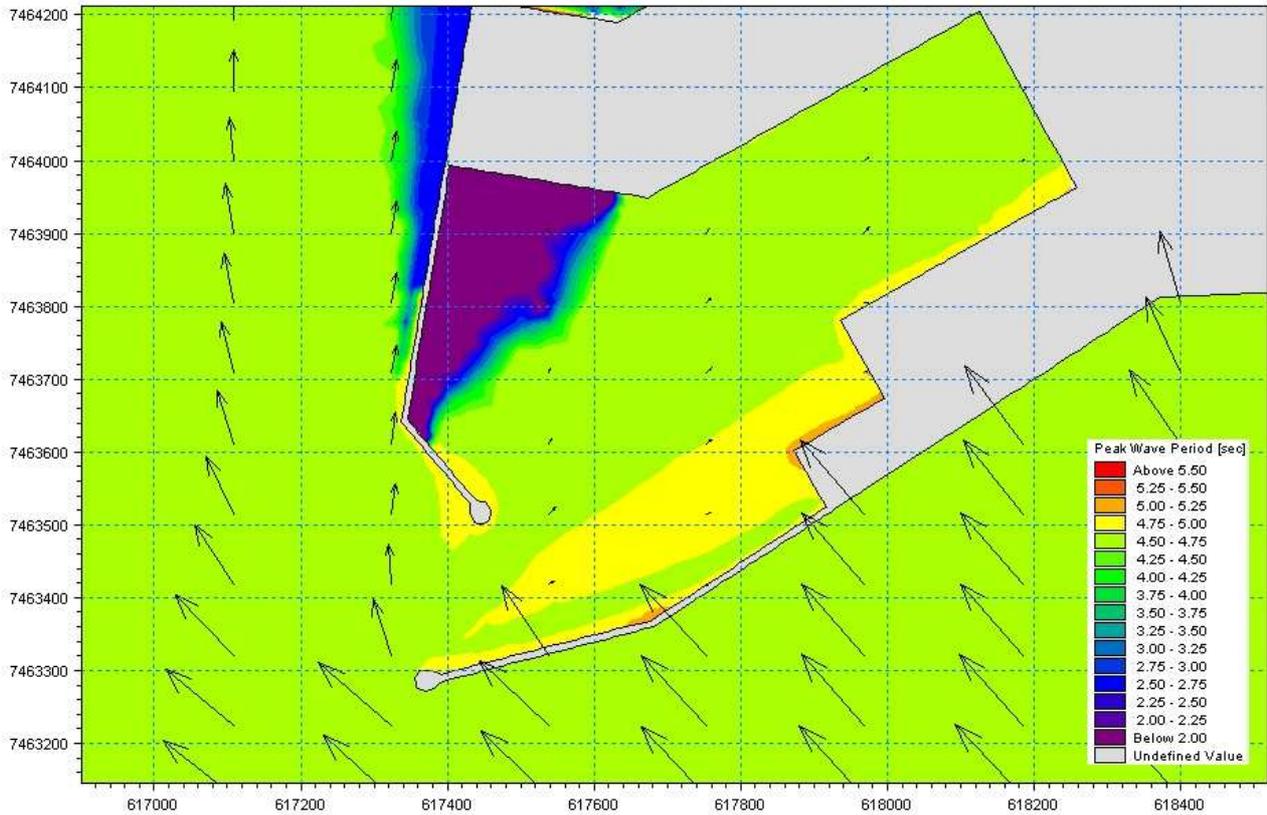


Figura 11. Período de Pico no layout 1 para simulação com o vento 135°.

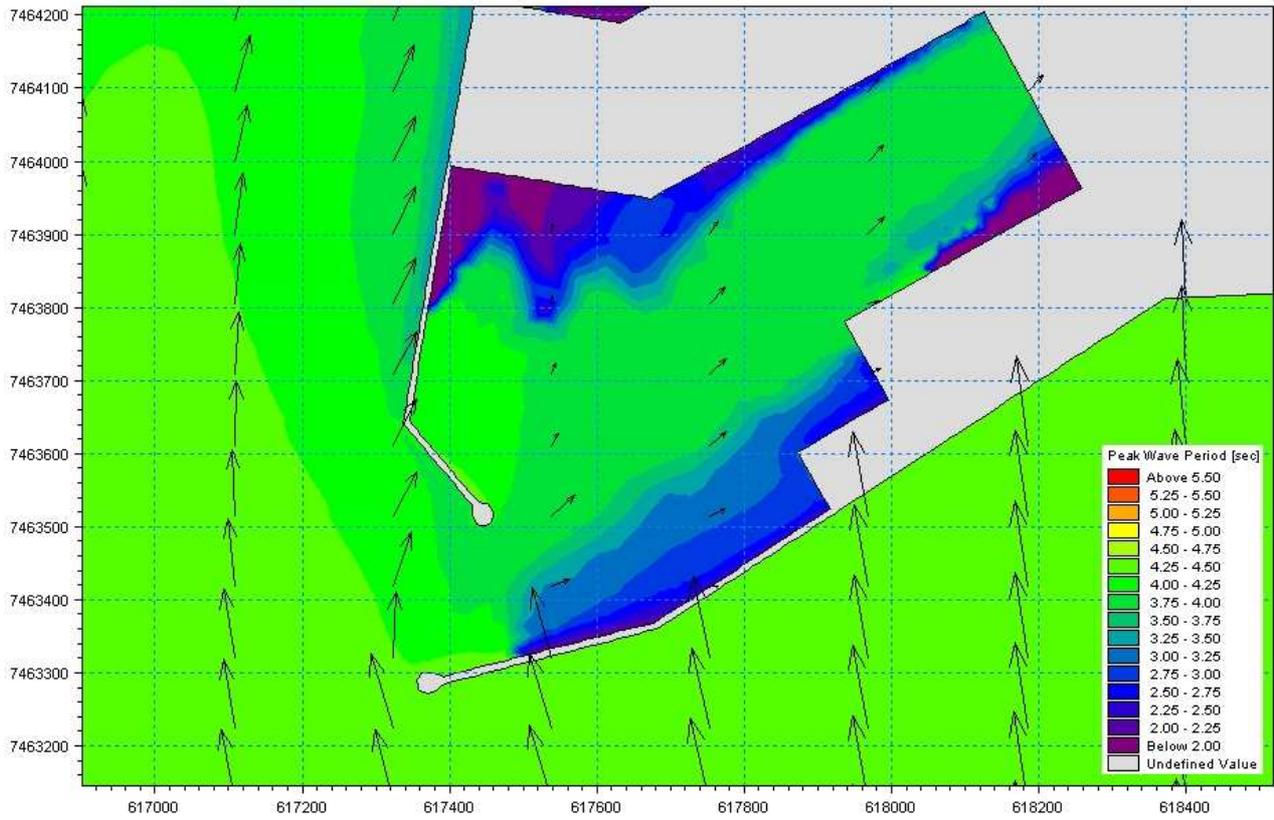


Figura 12. Período de Pico no layout 1 para simulação com o vento 180°.

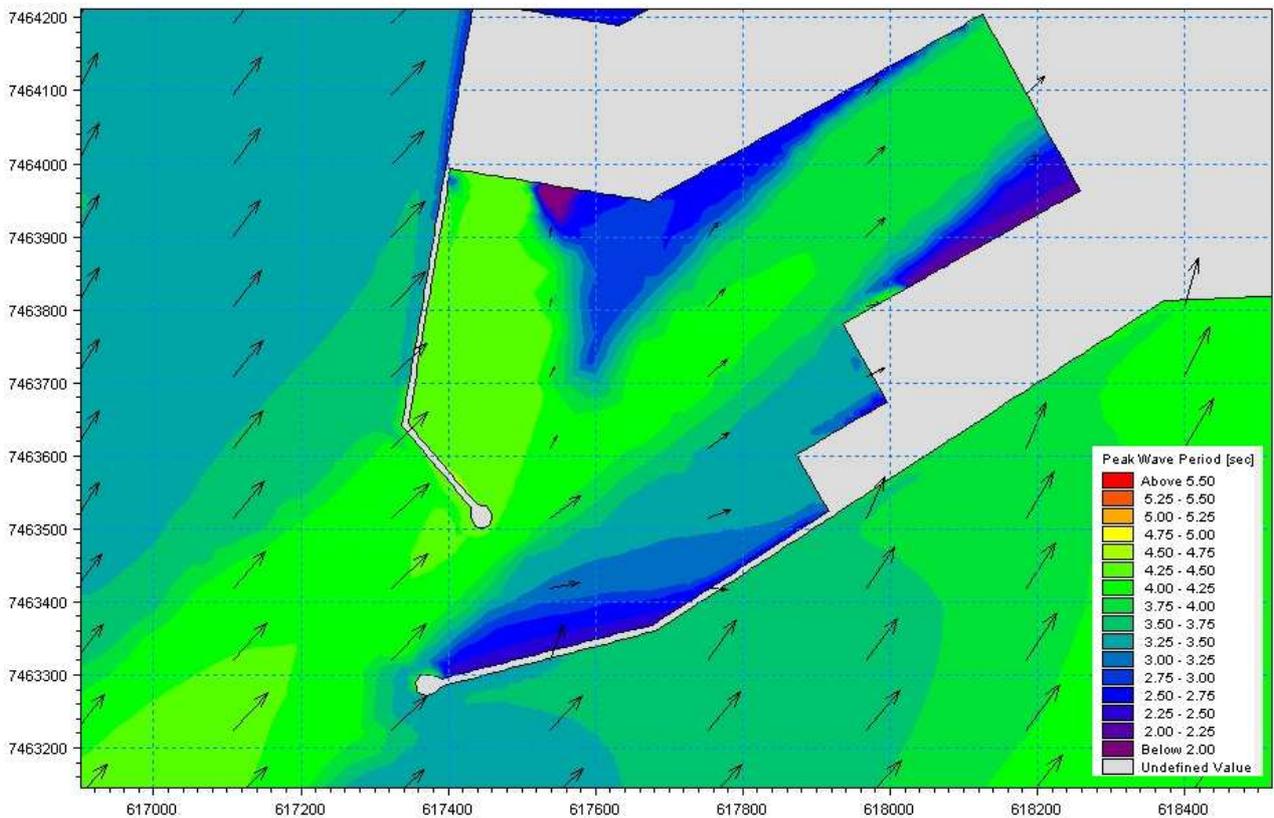


Figura 13. Período de Pico no layout 1 para simulação com o vento 240°.

### 3. MODELAGEM HIDRODINÂMICA

As condições hidrodinâmicas na região da Base Naval de Itaguaí foram simuladas com o módulo hidrodinâmico do sistema de modelagem MIKE 21 Flow Model FM, também desenvolvido pelo DHI Water & Health, da Dinamarca.

O sistema de modelagem MIKE 21 FM emprega uma aproximação baseada numa malha flexível, a qual, como mostra a Figura 14, permite a adoção de diferentes níveis de resolução espacial, que vão desde uma resolução mais grosseira, apropriada para áreas mais afastadas, até uma resolução mais fina, usada nas áreas de maior interesse. É ideal para aplicações em ambientes oceânicos, costeiros e estuarinos.

O módulo hidrodinâmico, que é a base para os demais módulos do sistema, simula os níveis de água e as velocidades das correntes em função de uma combinação de marés, ventos, ondas e descargas fluviais.

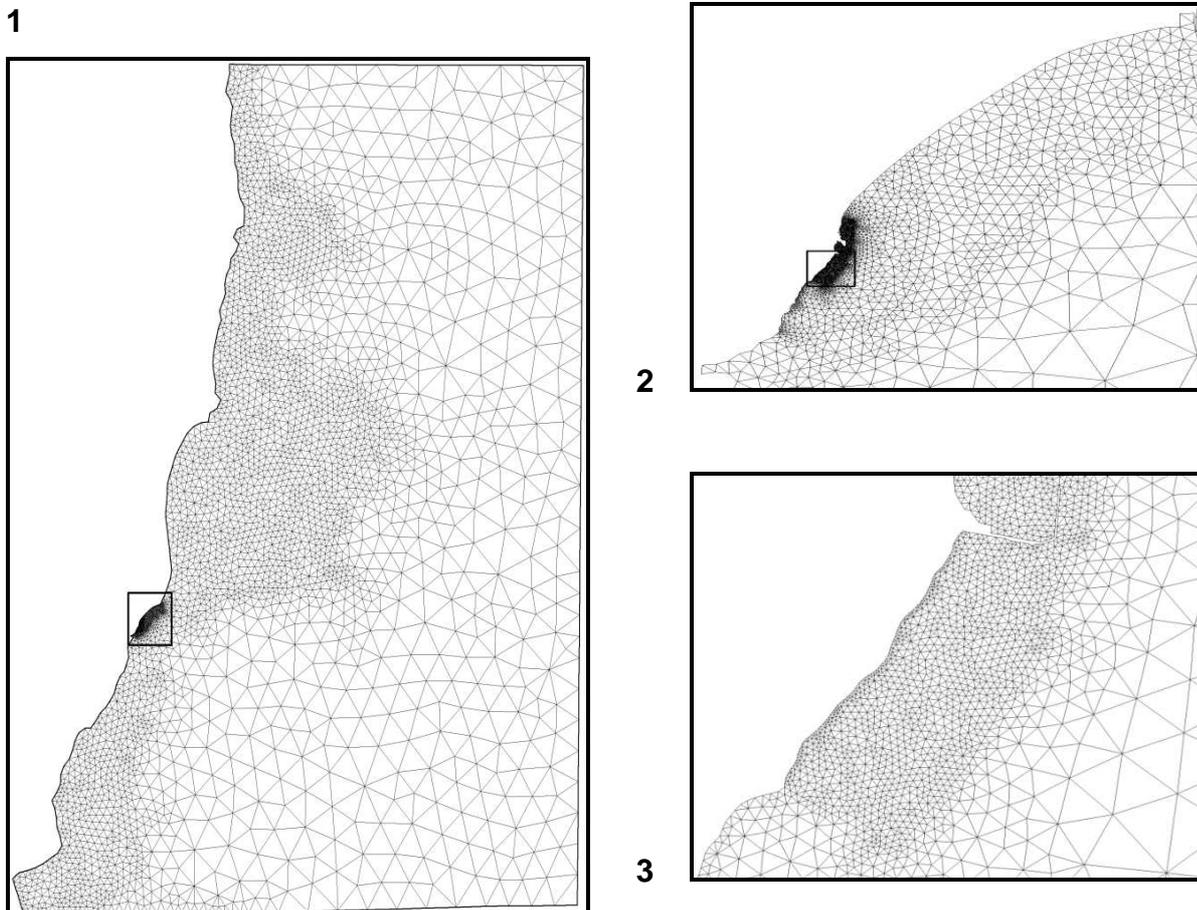


Figura 14. Exemplo de malha numérica flexível.

### 3.1. METODOLOGIA

Diante do resultado dos modelos de onda e da escolha do melhor layout a ser utilizado no projeto da Base naval de Itaguaí, passaremos a próxima etapa do estudo, o estudo hidrodinâmico.

O estudo consiste em analisar as alterações no campo de correntes na região da Base Naval, sofridas após a construção da obra. Isto será realizado através de modelagem matemática para a situação presente e para a situação com os molhes do Layout2 apresentado no capítulo anterior. O modelo também levará em conta as dragagens contempladas no projeto.

A simulação hidrodinâmica foi feita em duas etapas. A primeira foi realizada em uma área englobando a Baía de Sepetiba, a Baía de Ilha Grande e uma grande área offshore, como pode ser visto na figura abaixo ( figura 15).

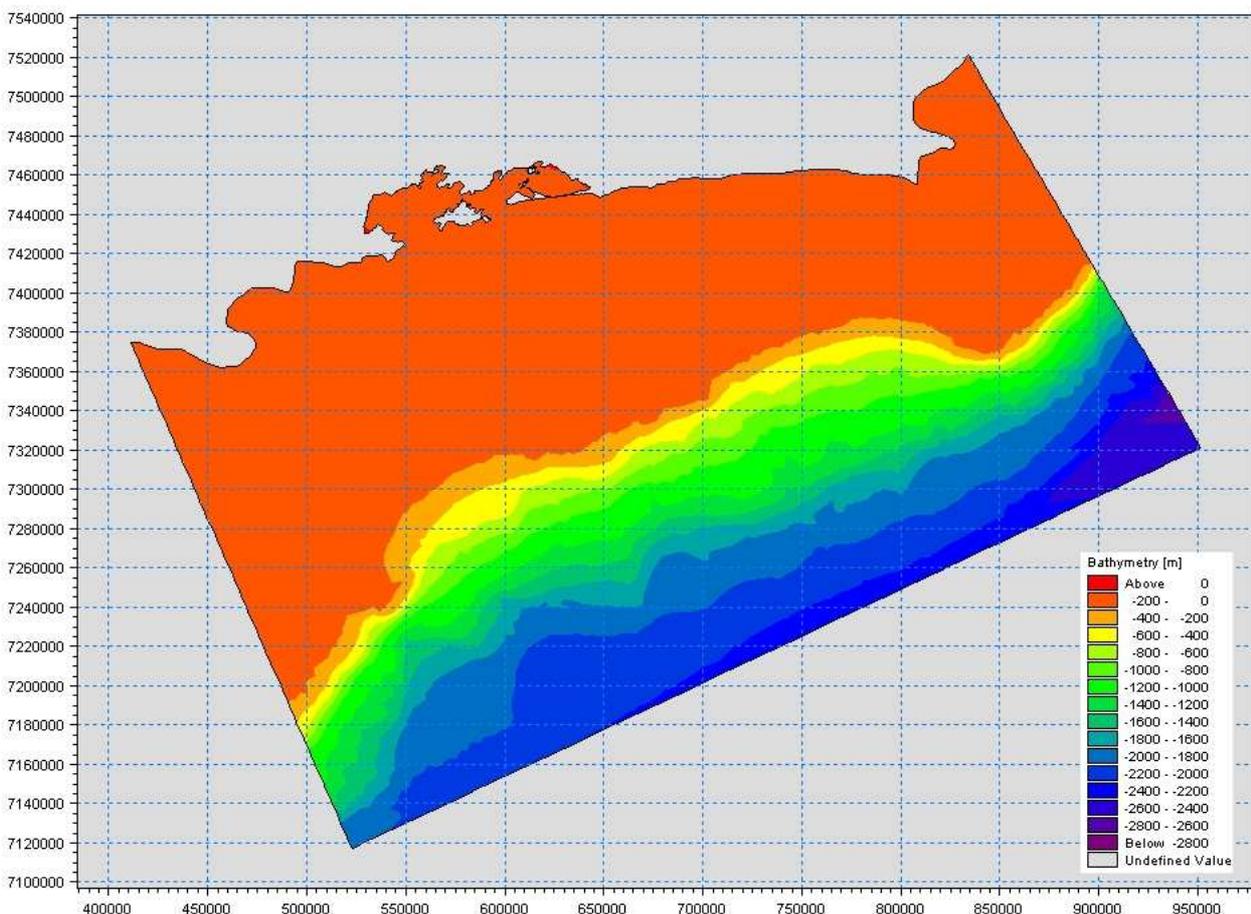


Figura 15. Batimetria utilizada na primeira fase da modelagem hidrodinâmica.

O contorno aberto desta simulação foi apenas a linha sudeste do domínio, tendo como condição de contorno a maré offshore.

Os dados de maré foram gerados a partir de constantes harmônicas presentes em uma ferramenta do próprio MIKE 21, porém só é válida para regiões de água profunda, pois não incluem as constantes de águas rasas.

Os dados foram armazenados na entrada da Baía de Sepetiba e na ligação entre esta e a Baía de Ilha Grande, para servirem como condição de contorno na segunda etapa, utilizando o domínio apresentado na figura 16. A malha numérica e os contornos abertos podem ser vistos na figura 17. Nesta segunda etapa foram estudadas a situação atual e a situação de projeto, com o layout 2 já estudado no modelo de ondas.

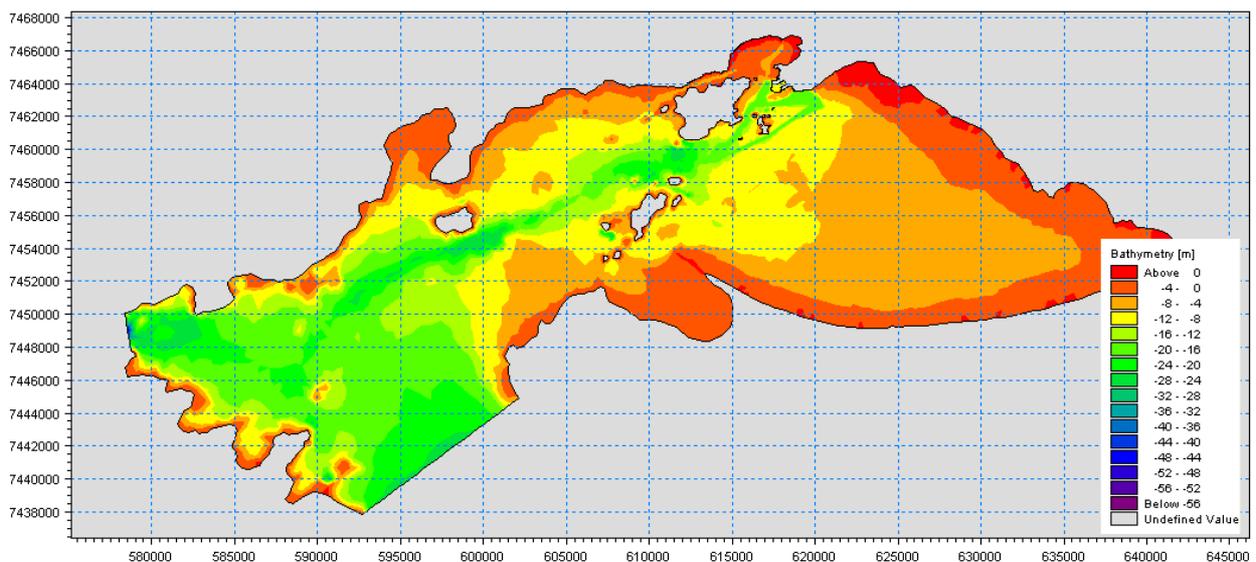
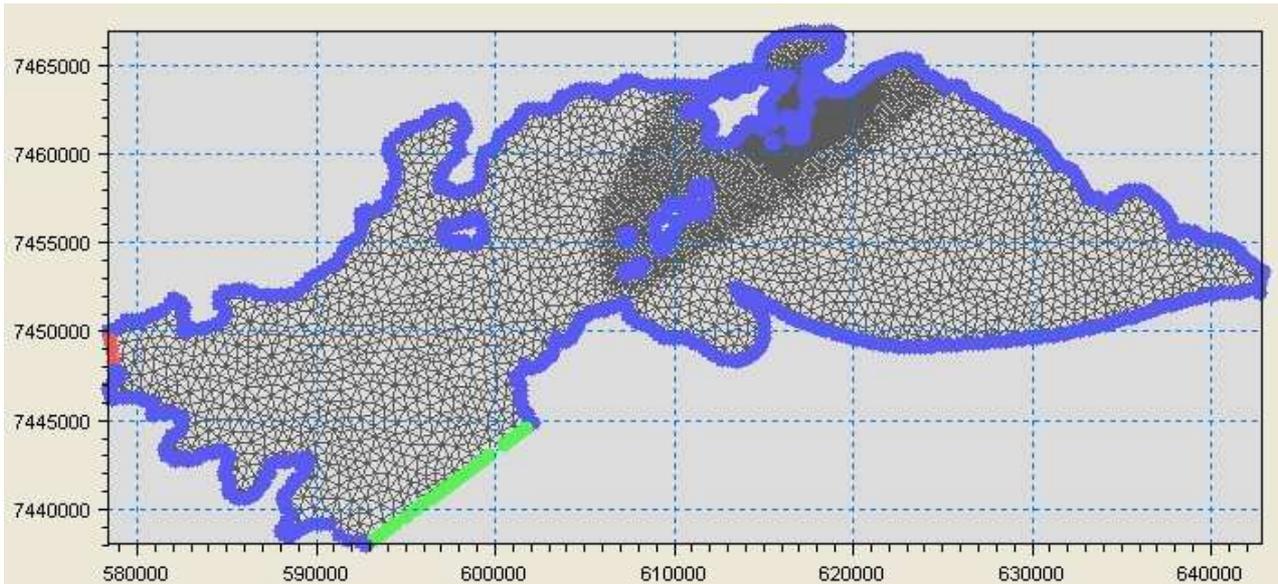


Figura 16. Batimetria utilizada na segunda fase da modelagem hidrodinâmica.



**Figura 17. As linhas vermelha e verde representam os contornos abertos utilizados na segunda fase da modelagem hidrodinâmica.**

As Figuras 18 e 19 mostram em detalhe a área do Porto e é possível observar a malha numérica utilizada na situação atual e na situação de Projeto, respectivamente. Na área do Porto foi usada uma resolução espacial menor, para descrever adequadamente os fenômenos físicos que ali ocorrem.

Na situação de projeto foi incluída nos cálculos do modelo uma dragagem até a profundidade de -20 m junto aos terminais portuários e até -12m na área interna da Base Naval.

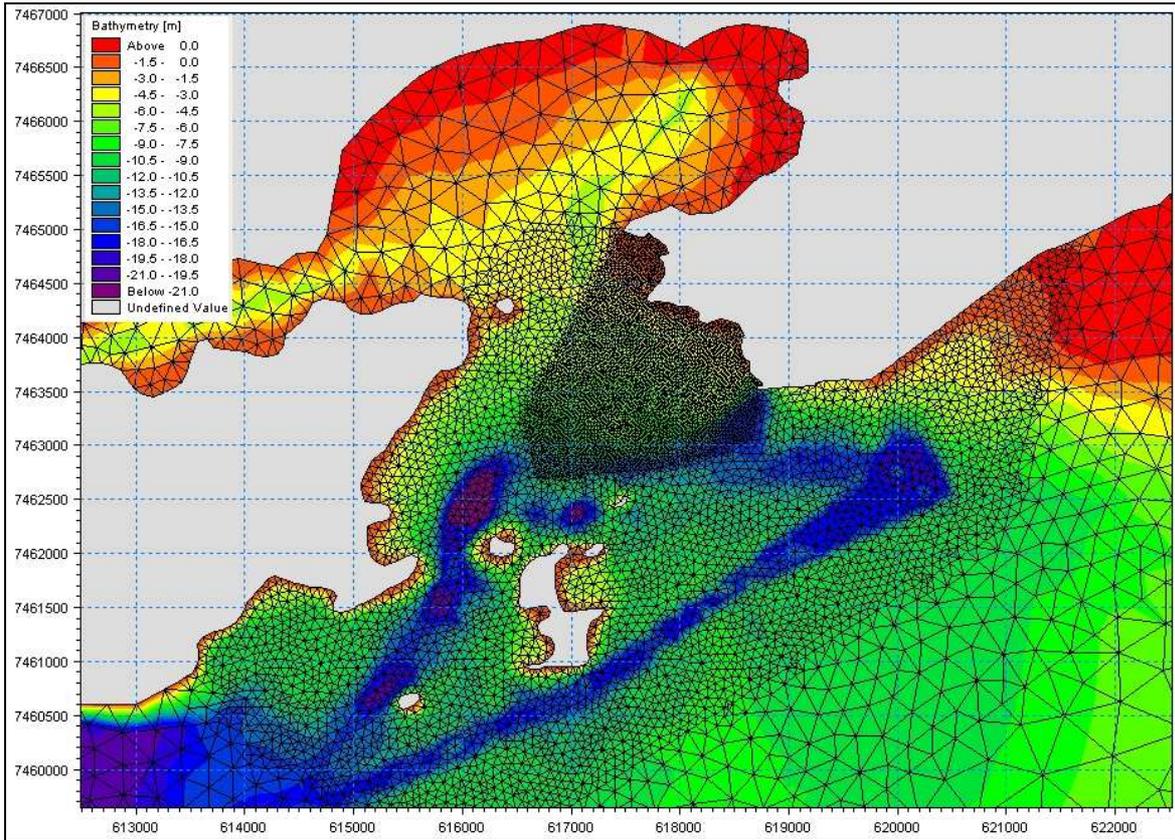


Figura 18. Detalhe da malha numérica utilizada na modelagem hidrodinâmica da situação atual.

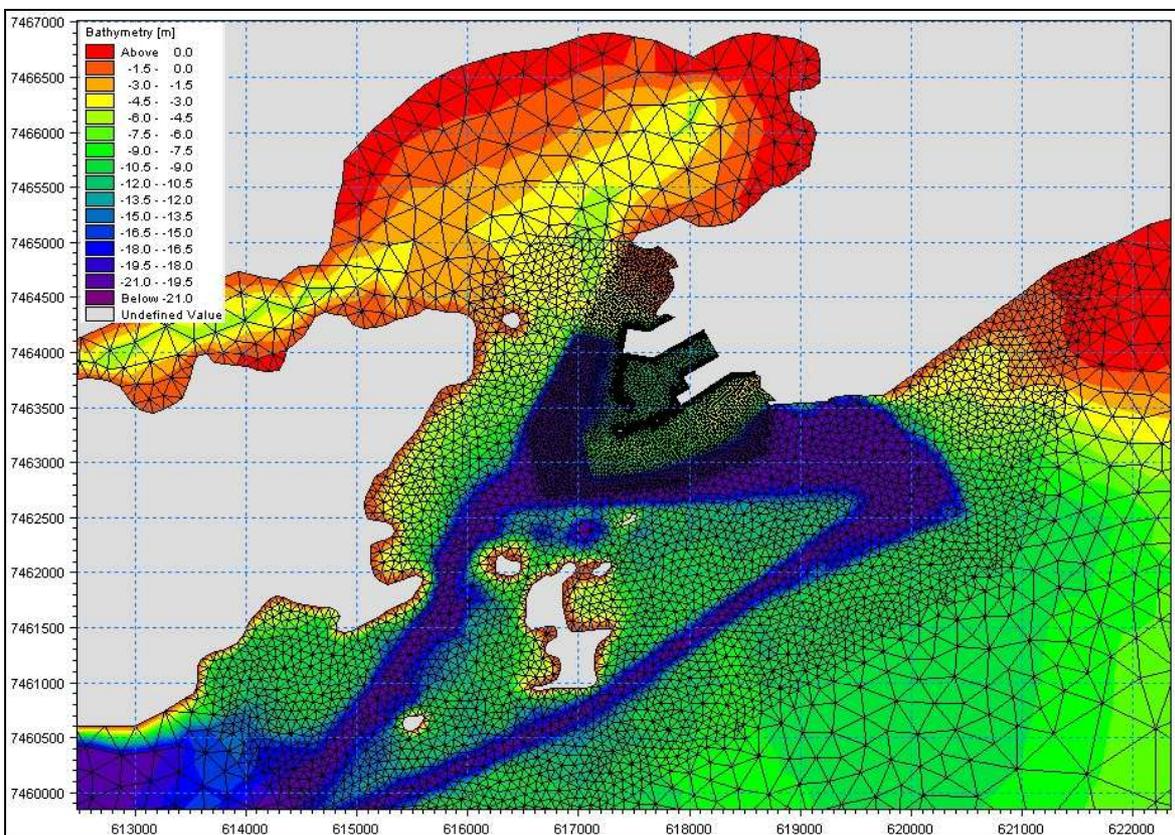


Figura 19. Detalhe da malha numérica utilizada na modelagem hidrodinâmica da situação de projeto.

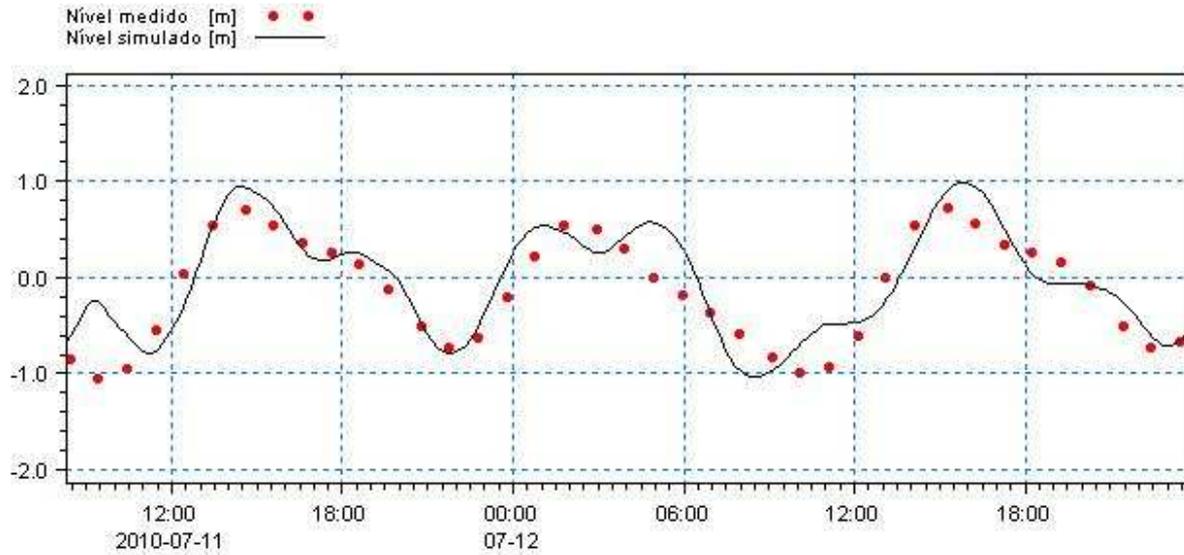
### 3.2. CALIBRAÇÃO

Uma campanha de medição de nível e de corrente através de um ADCP foi realizada pelo INPH no período de 08/07/2010 a 03/08/2010, próximo a Ilha Feia, na Baía de Sepetiba. O ponto do fundeio do ADCP foi nas coordenadas 617.727 E e 7.462.927 N e está apresentado na figura 20.

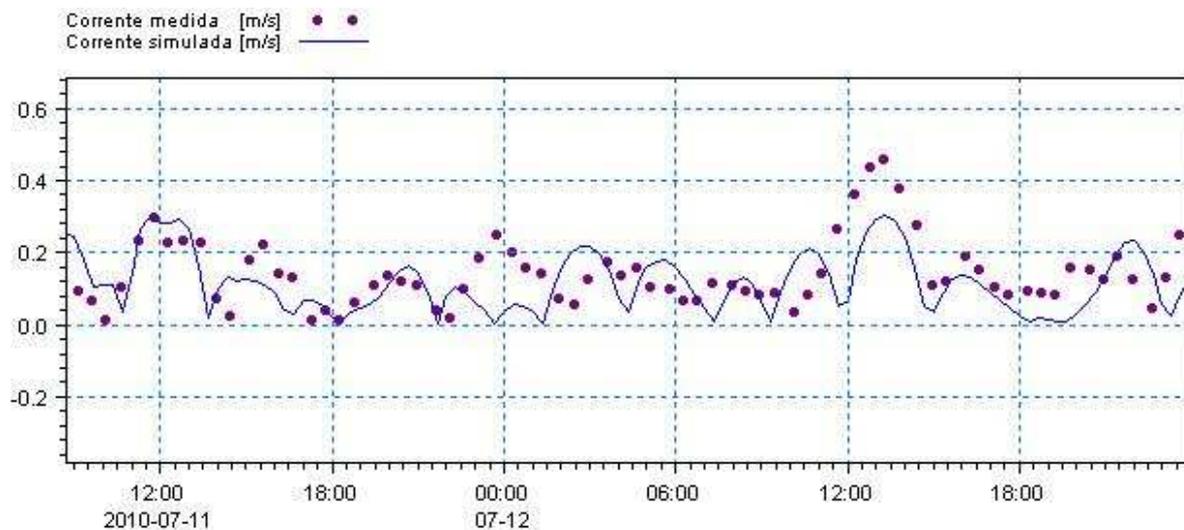


Figura 20. Localização do ADCP na campanha realizada em Julho de 2010 pelo INPH.

Estes dados serviram de calibração para o modelo hidrodinâmico, durante a primeira fase. Nas figuras 21 e 22 podemos ver uma comparação entre os dados simulados no modelo e os dados medidos em campo.



**Figura 21. Comparação do nível medido e simulado.**



**Figura 22. Comparação das velocidades de correntes simuladas e medidas.**

Podemos observar através da figura 21 que os níveis simulados foram bastante próximos do medido.

Na comparação das velocidades de correntes a igualdade entre o simulado e o medido é um pouco menor, porém percebe-se que o modelo acompanha bem, na maior parte do tempo, os aumentos e diminuições nas velocidades, e os valores médios são bem representados.

Diante desta comparação podemos considerar o modelo hidrodinâmico calibrado e capaz de representar a realidade, atendendo bem o escopo deste trabalho.

### 3.3. RESULTADOS

A figura 23 mostra as velocidades das correntes na região do Terminal de Contêineres para a situação atual e a figura 24 para a situação de projeto. Ambos estão apresentados para um mesmo momento em uma condição típica de maré enchente.

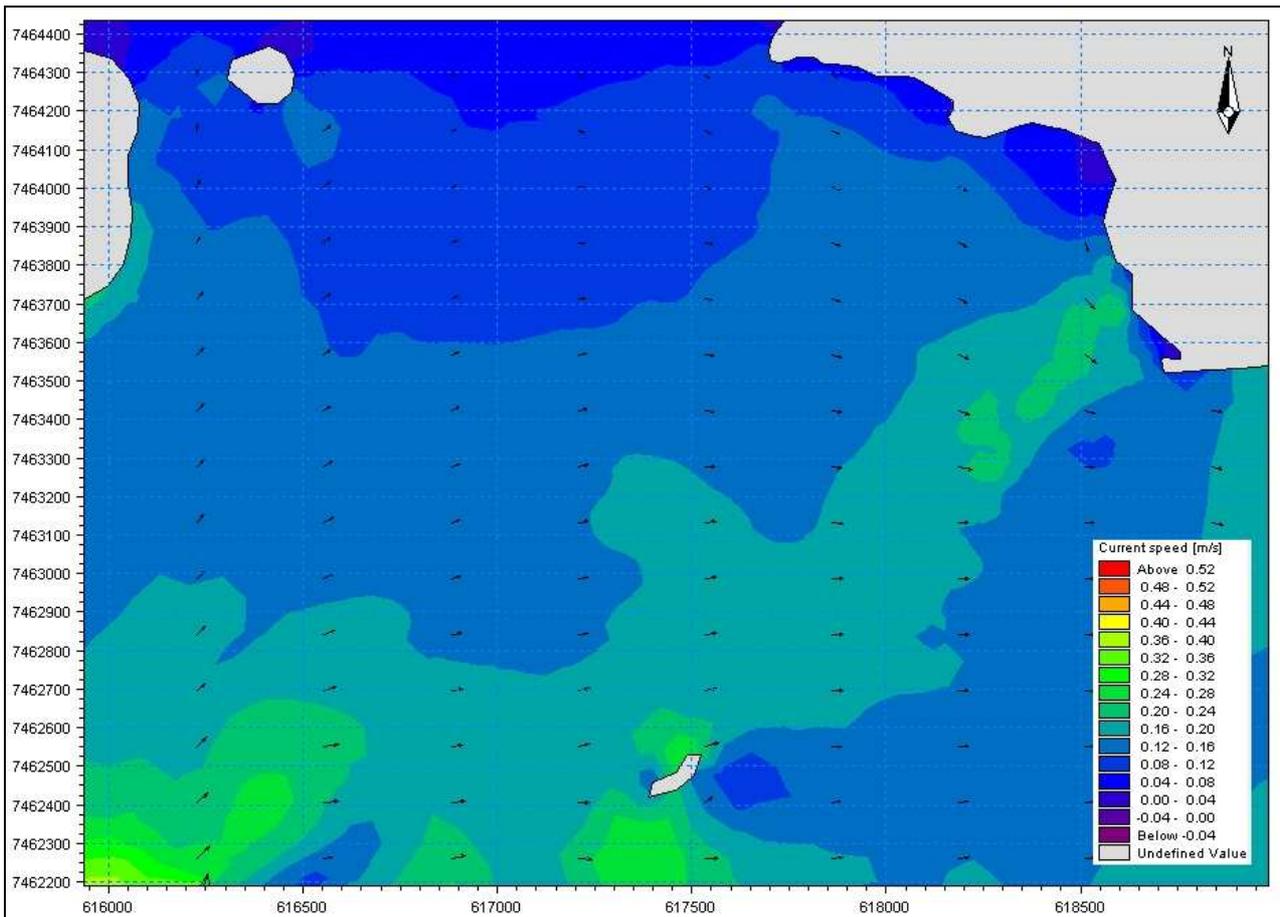
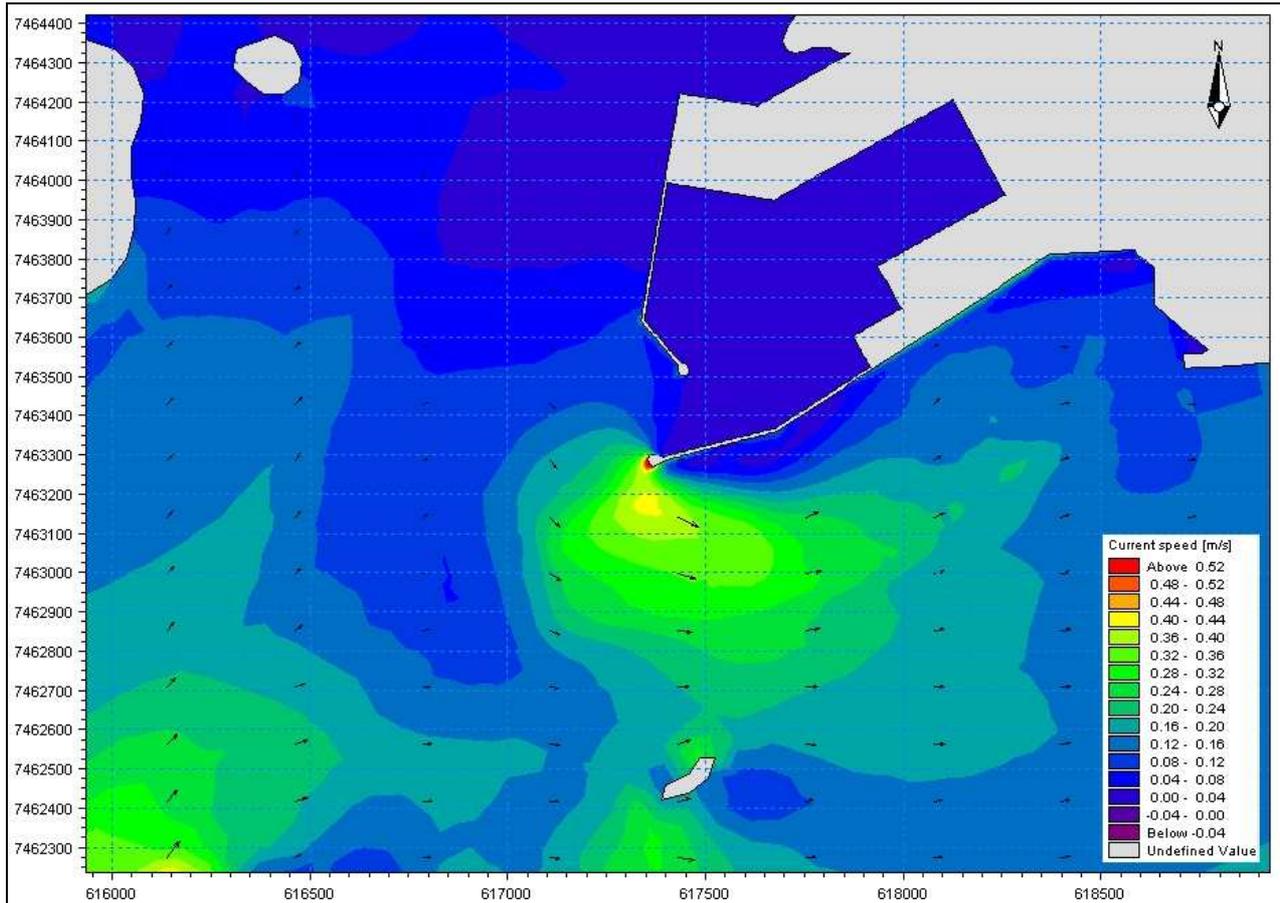


Figura 23. Situação atual em período de maré enchente.



**Figura 24. Situação de projeto em período de maré enchente.**

A figura 25 mostra as velocidades das correntes na região do Terminal de Contêineres para a situação atual e a figura 26 para a situação de projeto. Ambos estão apresentados para um mesmo momento em uma condição típica de maré vazante.

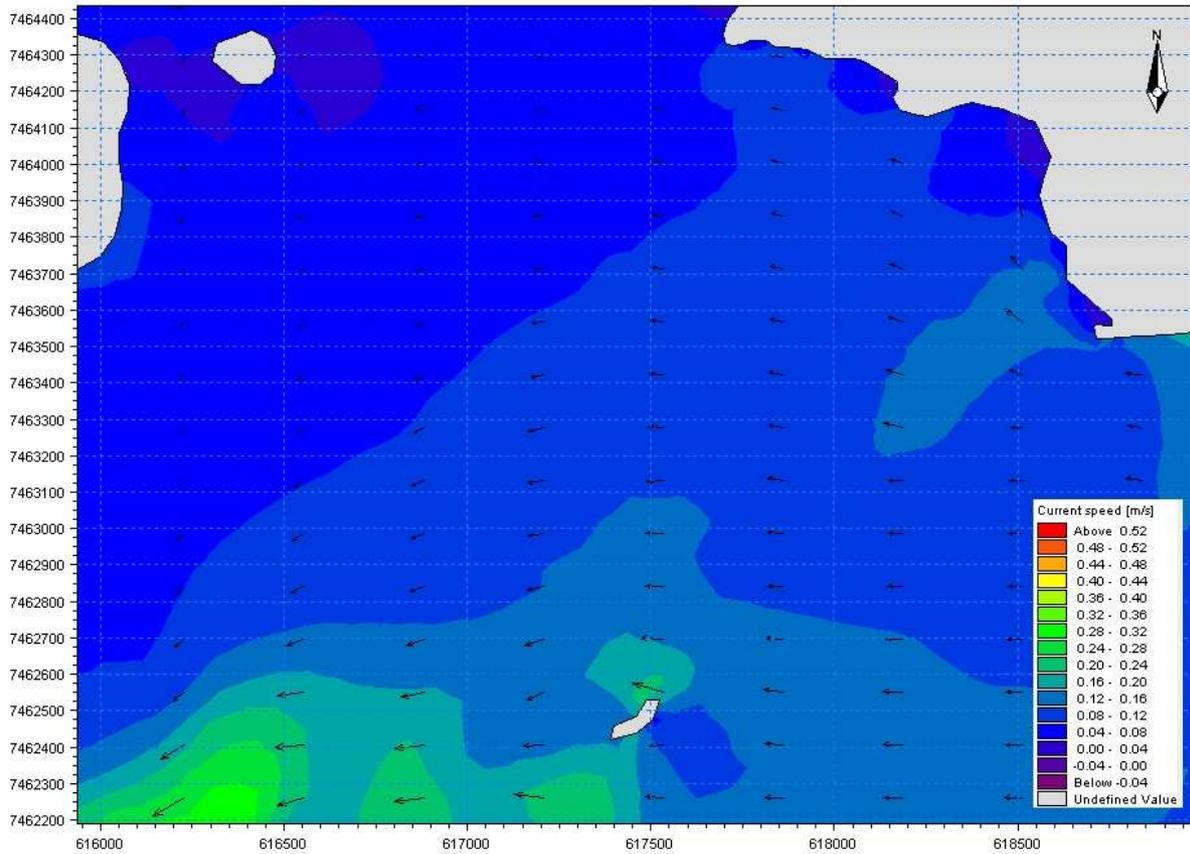


Figura 25. Situação atual em período de maré vazante.

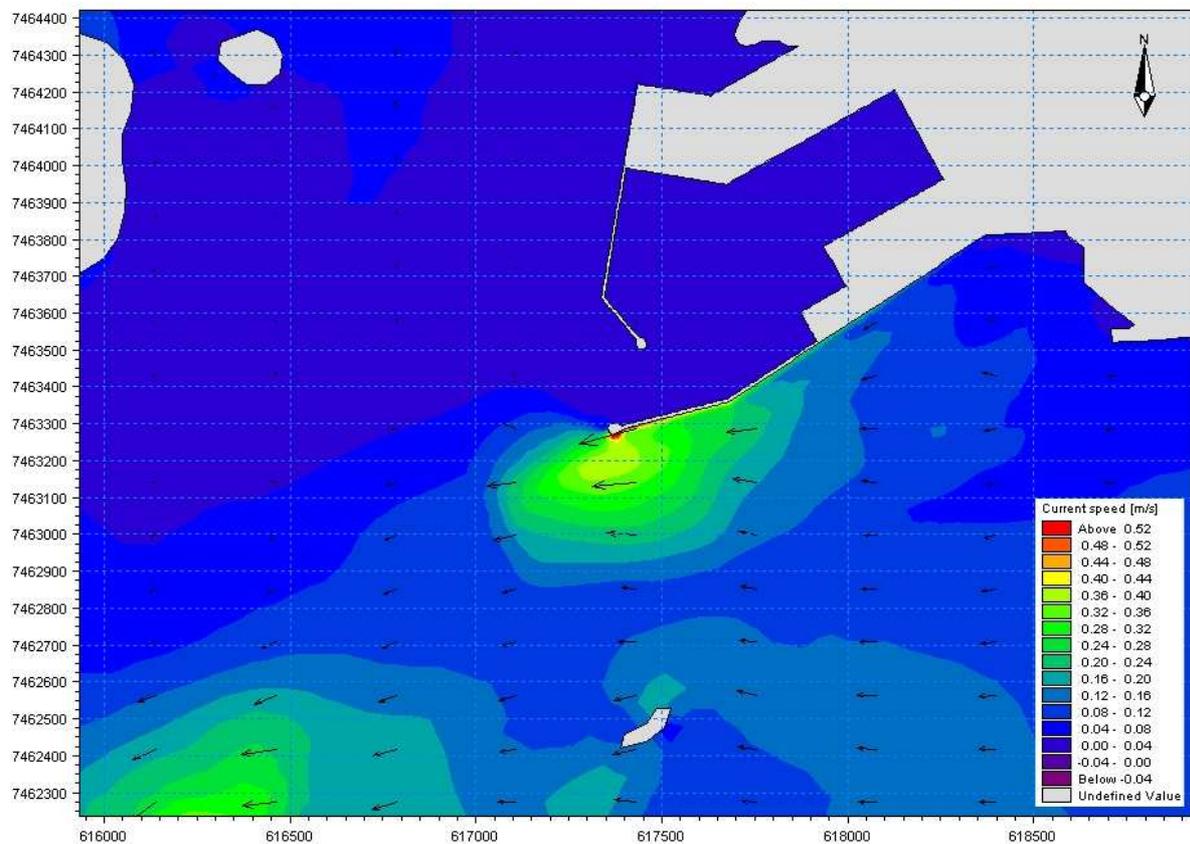
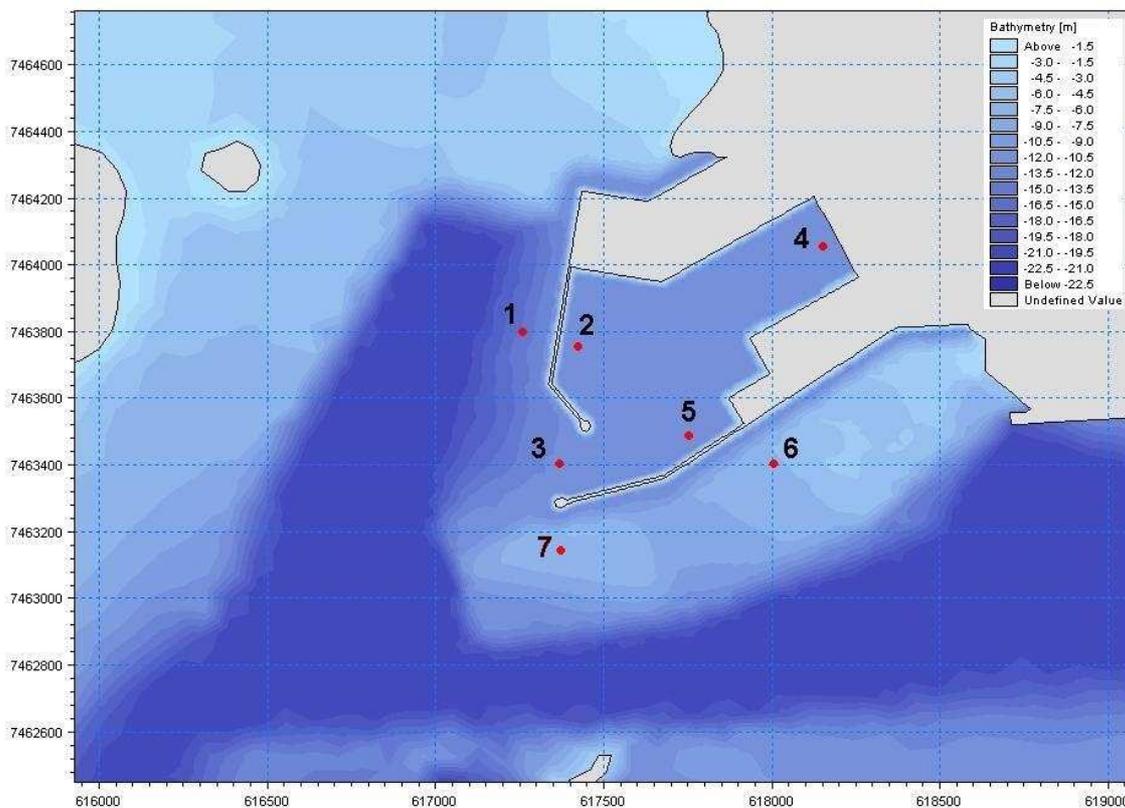


Figura 26. Situação de projeto em período de maré vazante.

Para facilitar a visualização, as velocidades das correntes foram comparadas em 5 pontos os quais estão especificados na tabela V e tem suas posições representadas na figura 27.

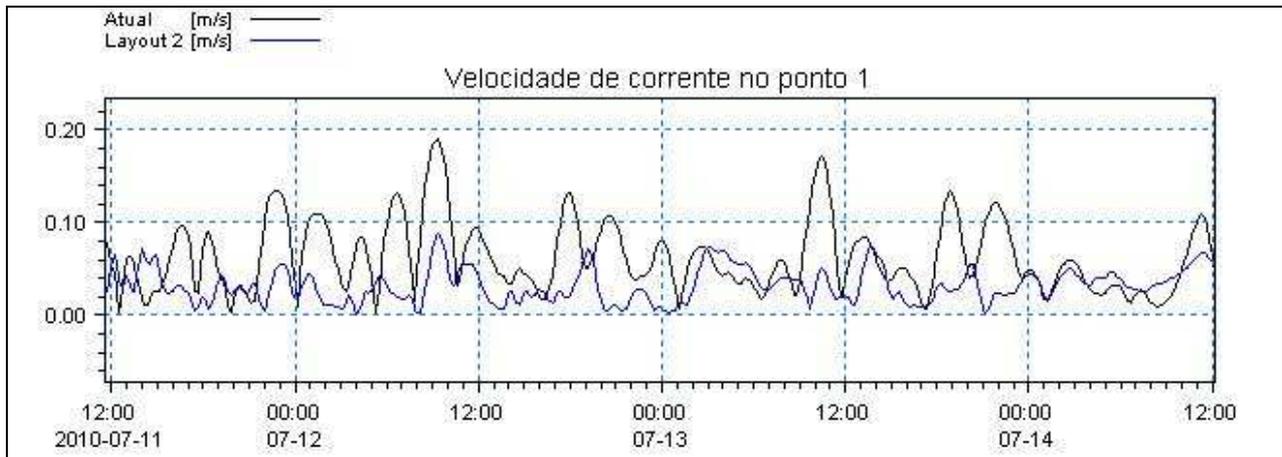
**Tabela V. Posição dos pontos para comparação das velocidades de corrente.**

Pontos	UTM – E	UTM – N
1	617.265	7.463.798
2	617.426	7.463.746
3	617.359	7.463.402
4	618.141	7.464.075
5	617.739	7.463.491
6	618.000	7.463.400
7	617.340	7.463.135

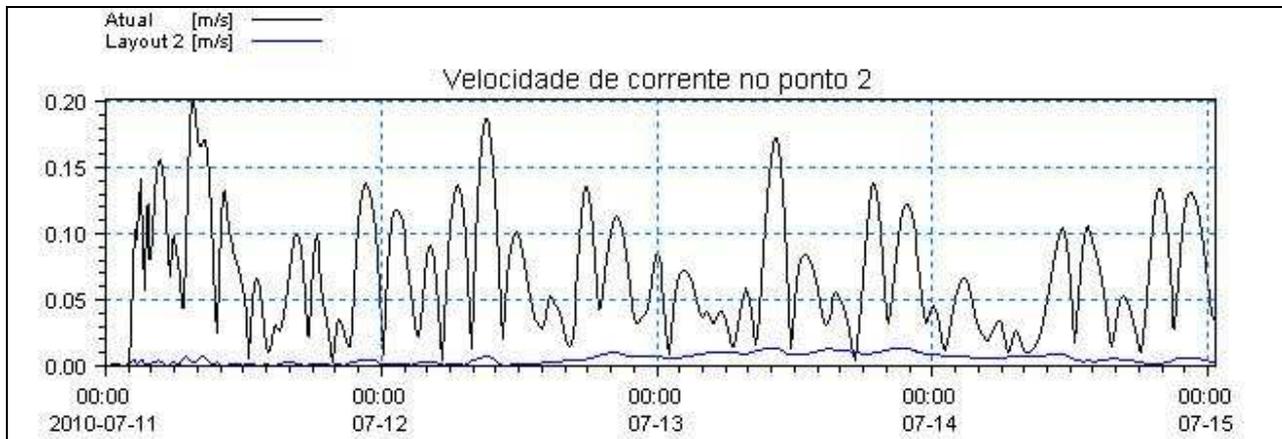


**Figura 27. Posicionamento dos pontos para comparação das velocidades de correntes entre a situação atual e a de projeto.**

Nas figuras de 28 a 34, podemos observar a comparação das velocidades de corrente na situação atual e de projeto nos pontos de 1 a 7, respectivamente.



**Figura 28. Comparação no ponto 1.**



**Figura 29. Comparação no ponto 2.**



Figura 30. Comparação no ponto 3.

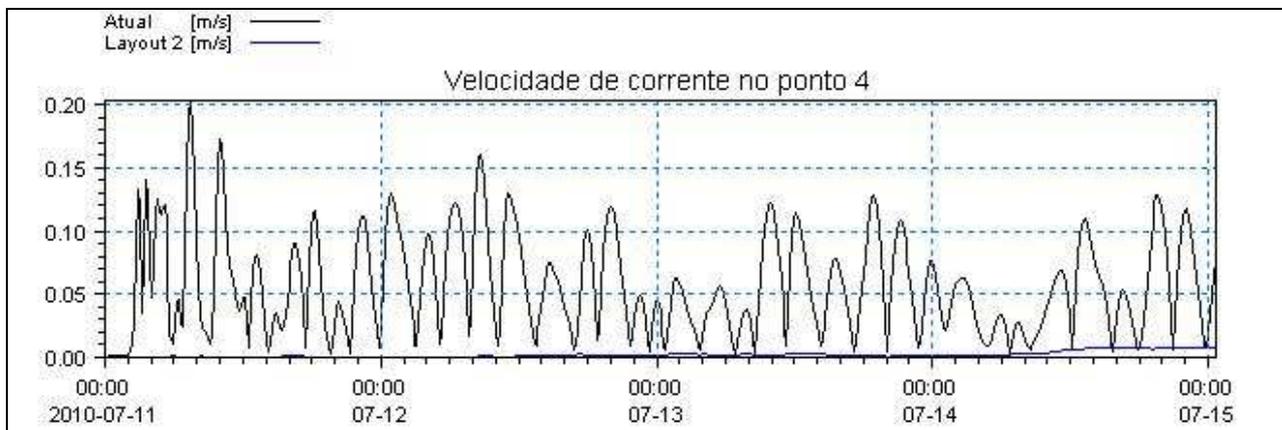


Figura 31. Comparação no ponto 4.

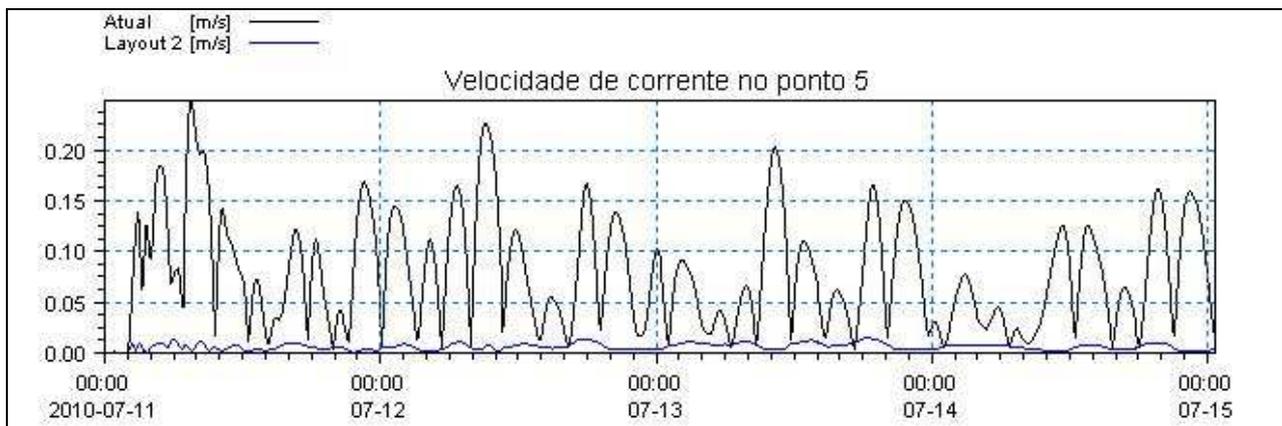
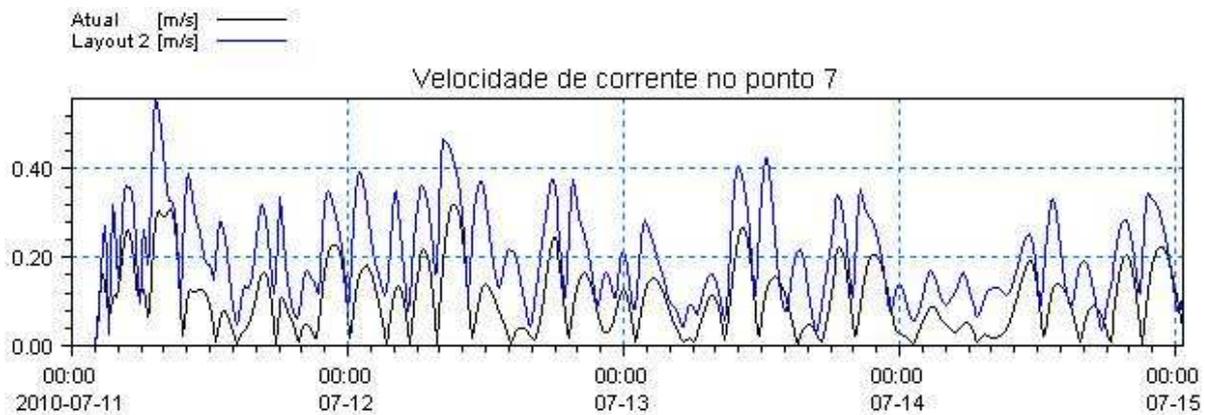


Figura 32. Comparação no ponto 5.



**Figura 33. Comparação no ponto 6.**



**Figura 34. Comparação no ponto 7.**

Na comparação feita nos pontos 2, 4 e 5, situados dentro da área abrigada pelos futuros molhes, observa-se que as velocidades diminuíram para praticamente zero na situação após a construção da obra. Excelente resultado para a segurança das embarcações que ali se encontrarão.

Nos pontos 1 e 3, após a construção da obra, observa-se uma pequena redução nas correntes, porém que em nada afetam a região.

O ponto 6 está localizado no canal de acesso à Base Naval, entre os cabeços dos molhes. As correntes nesse ponto sofreram pouquíssimas alterações.

Em toda área ao redor do ponto 7, nas proximidades do cabeço do molhe Sul, pode-se observar que há uma grande intensificação nas correntes, cuja diferença alcança até 0,20m/s.

Desenvolvendo algumas formulações apresentadas por Fredsoe e Deigaard (1994)<sup>1</sup>, podemos chegar a uma fórmula capaz de calcular a velocidade crítica ( $U_{crit}$ ) para mobilização do sedimento superficial de fundo, em função da profundidade e da granulometria em certo local:

$$U_{crit} = \frac{\sqrt{(0,05 * (s - 1) * g * d_{50})}}{0,4} * (\ln(30 * \frac{D}{N_s}) - 1)$$

Onde:

s é a densidade do grão, que para a areia no local é em torno de 2,6 ton/m<sup>3</sup>;

g é a aceleração da gravidade 9,81 m/s<sup>2</sup>;

d<sub>50</sub> é um valor estatístico representativo do tamanho do grão;

N<sub>s</sub> é o parâmetro de Nikuradse que pode ser dado por 2,5 \* d<sub>50</sub>;

D é a profundidade no local (m).

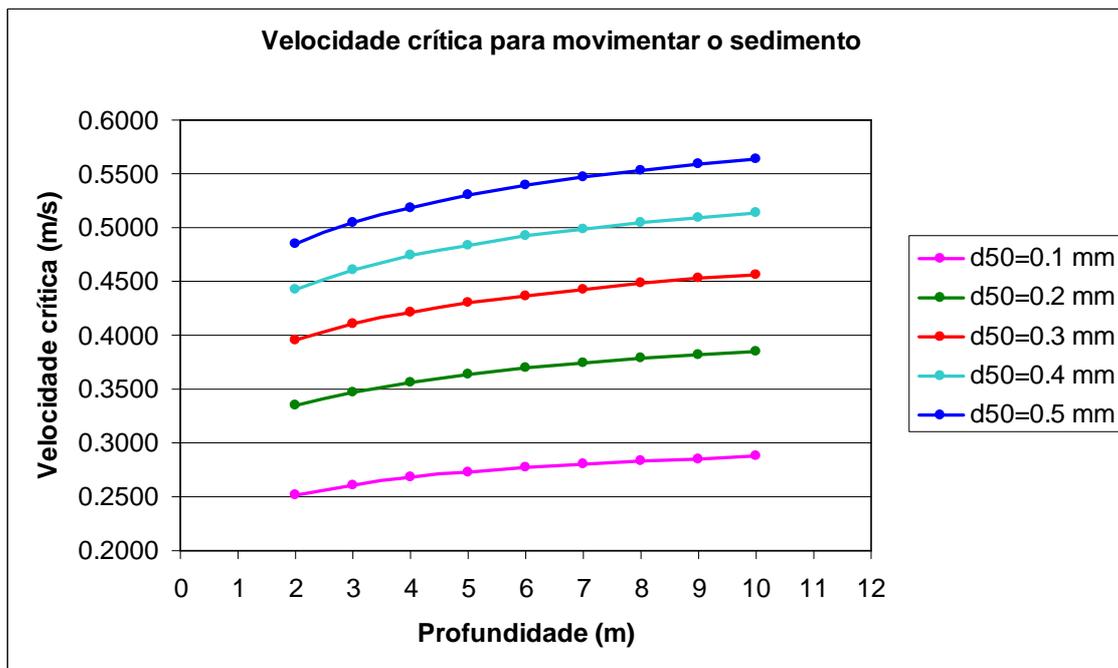
A tabela VI e as curvas da figura 35 foram geradas a partir da fórmula demonstrada acima para um intervalo de profundidade variando de 2 a 10 metros e de d<sub>50</sub> de 0,1 a 0,5 mm, que é um intervalo médio de granulometria de areia fina a média.

---

<sup>1</sup> Fredsoe J. & Deigaard R. 1994. Mechanics of Coastal Sediment Transport. Advanced Series on Ocean Engineering. Vol 3.

**Tabela VI. Variação da velocidade crítica para mobilização de sedimento junto ao fundo em função da profundidade e da granulometria.**

Profundidade (m)	d50 (mm)				
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
	Velocidade crítica - $U_c$ (m/s)				
2	0.2522	0.3350	0.3947	0.4430	0.4843
3	0.2612	0.3477	0.4103	0.4610	0.5044
4	0.2676	0.3567	0.4213	0.4737	0.5186
5	0.2725	0.3637	0.4299	0.4836	0.5297
6	0.2766	0.3694	0.4369	0.4917	0.5387
7	0.2800	0.3742	0.4428	0.4985	0.5463
8	0.2829	0.3784	0.4479	0.5044	0.5529
9	0.2855	0.3821	0.4524	0.5097	0.5588
10	0.2879	0.3854	0.4565	0.5143	0.5640

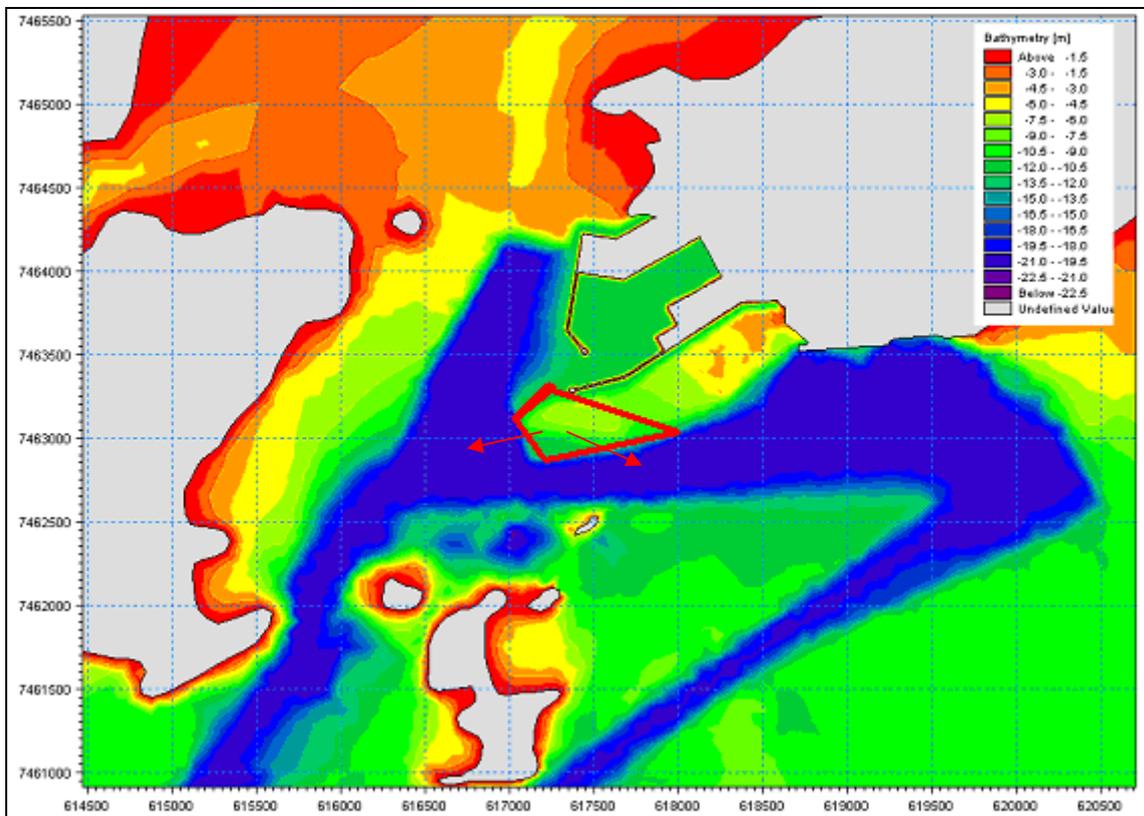


**Figura 35. Curva representando a variação da velocidade crítica para mobilização de sedimento junto ao fundo em função da profundidade para vários diâmetros de grão.**

Podemos observar que para granulometrias menores que o  $d_{50} = 0.2$  mm, em todas as profundidades, a velocidade crítica é menor que os valores encontrados nas proximidades do Ponto 7 já citado.

Como pode ser observado na figura 36, as altas velocidades ocorrem em uma área onde há baixas profundidades, chegando a -4m. Os sedimentos aí presentes ficam suscetíveis a serem remobilizados por estas correntes.

Assim, a intensificação gerada nas correntes pela presença dos molhes teria capacidade de remover parte desses sedimentos da porção mais rasa. Possivelmente seriam depositados no canal de acesso ao Porto de Itaguaí na maré de enchente, e no canal do Terminal da LLX na maré vazante, favorecendo um leve assoreamento de parte destes canais.



**Figura 36. Batimetria. Área de pequenas profundidades marcada em vermelho. Setas mostrando as direções de transporte dos sedimentos.**

Analisando uma alternativa para evitar este possível problema, uma nova simulação foi realizada, considerando uma dragagem a -12m na área marcada em vermelho na figura 36. A nova batimetria ficaria como na figura 37. Todos os dados de entrada foram idênticos aos das simulações anteriores.

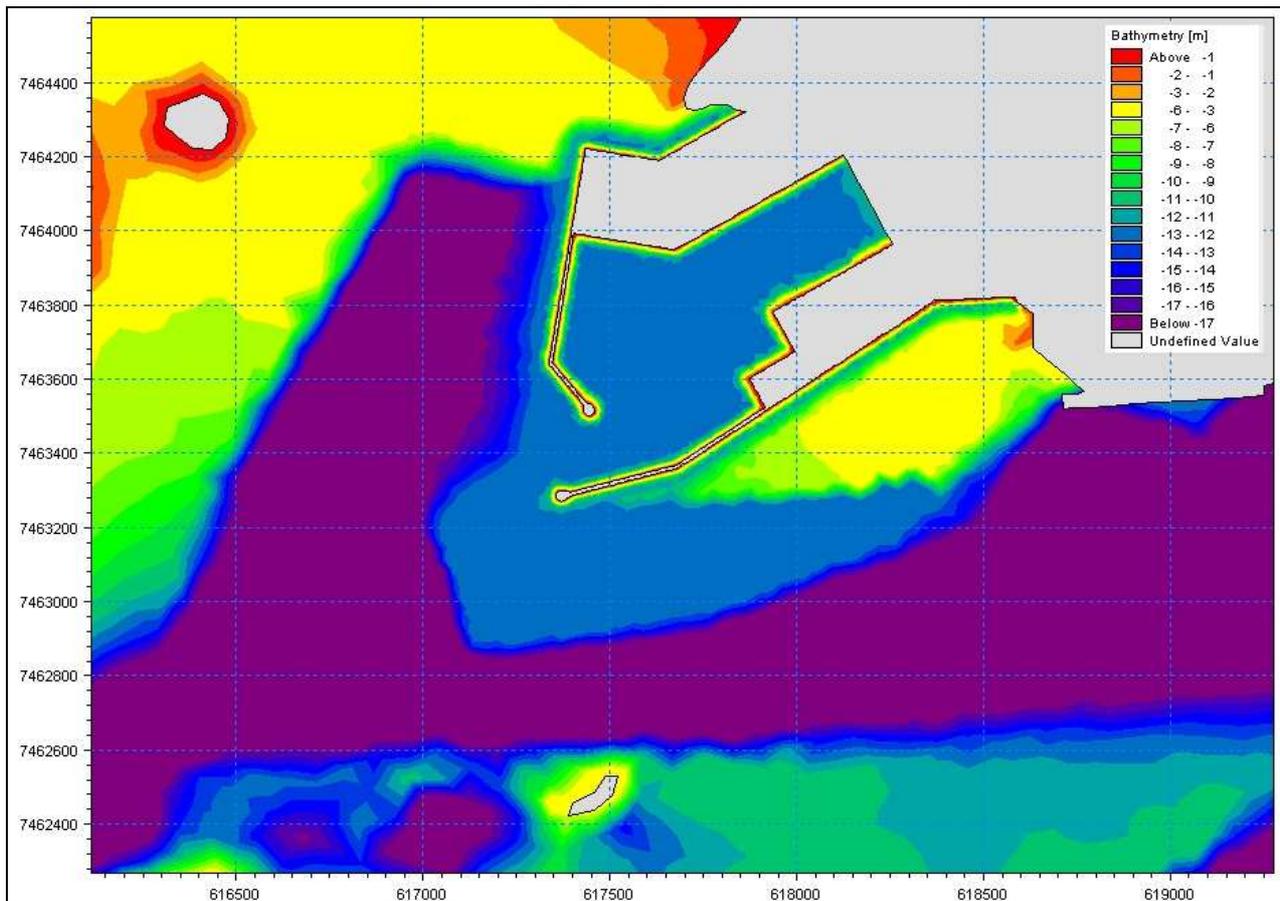


Figura 37. Batimetria com nova dragagem.

Os resultados dessa nova simulação podem ser vistos nas figuras 38 e 39, respectivamente em período de maré enchente e maré vazante.

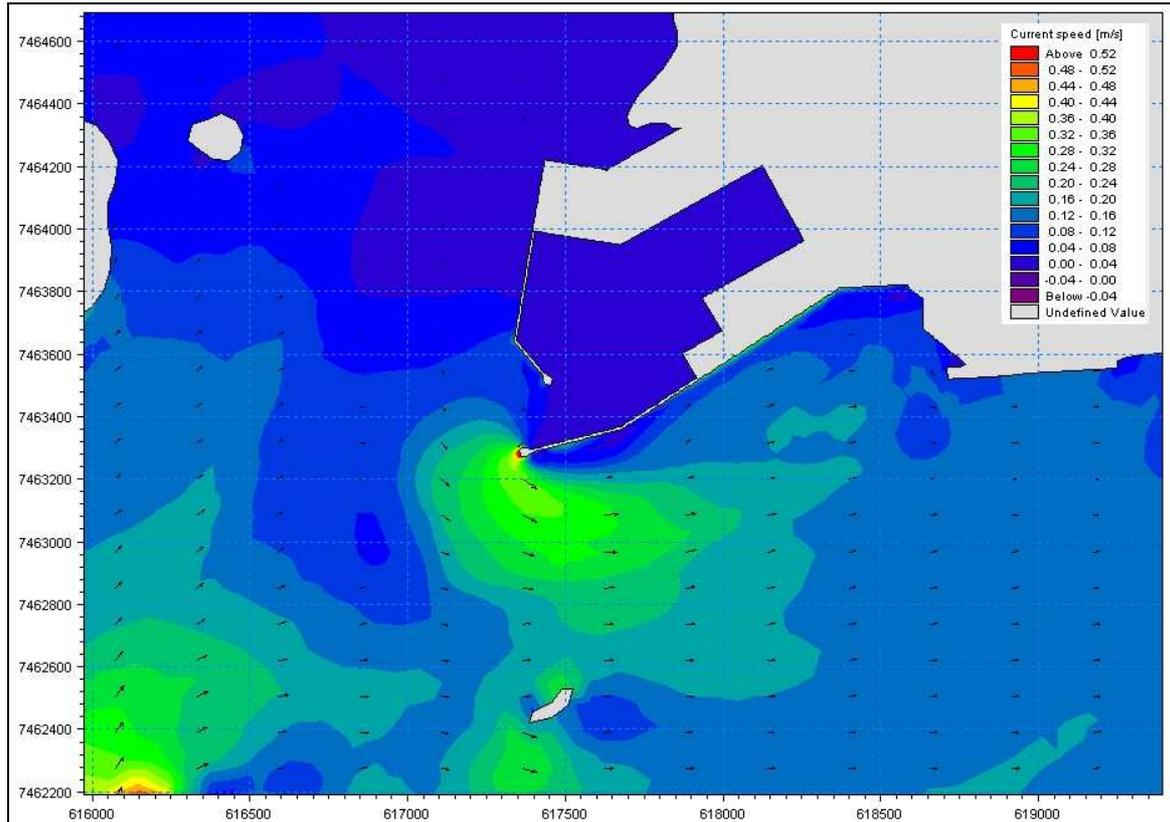


Figura 38. Correntes na maré enchente na simulação do layout2 com nova dragagem.

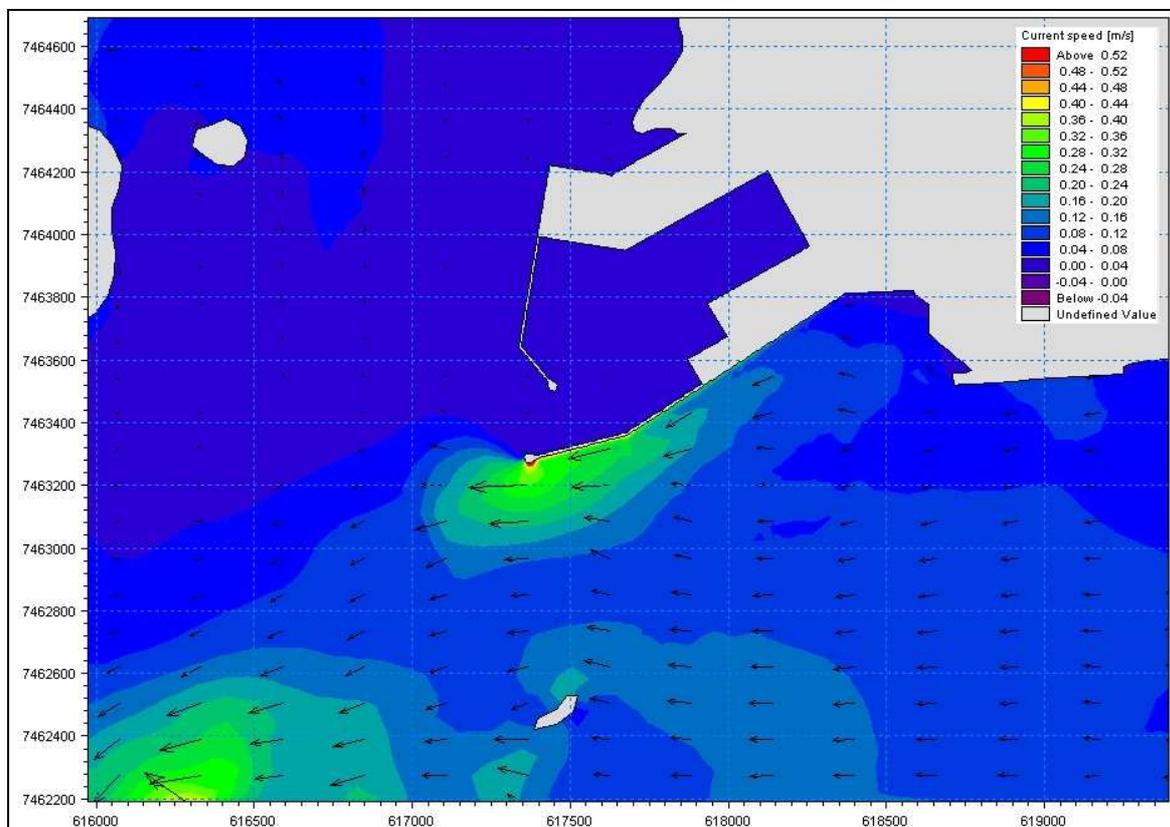
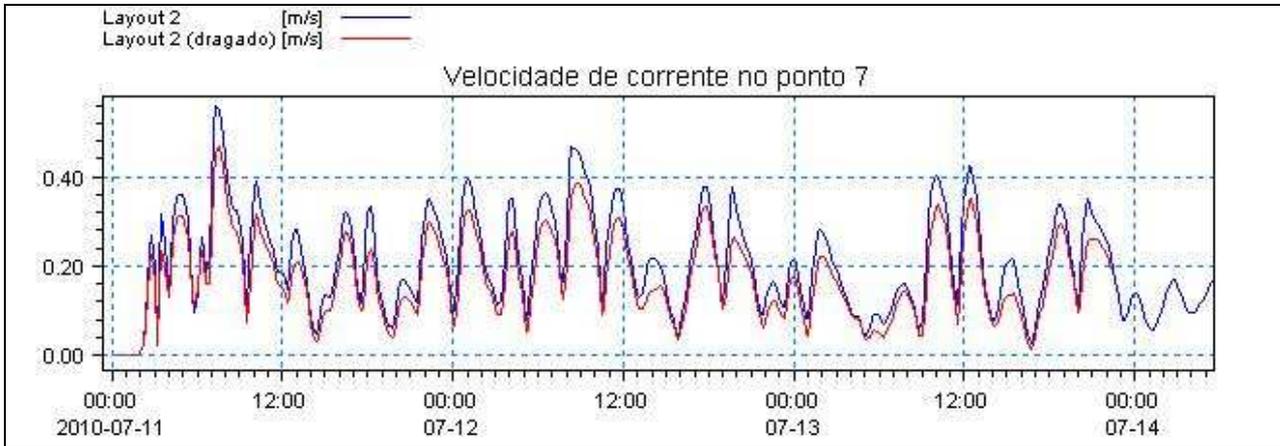


Figura 39. Correntes na maré vazante na simulação do layout2 com nova dragagem.

Uma comparação entre os resultados de velocidade de corrente entre a simulação do layout 2 sem a nova dragagem e esta última, no ponto 7 (localização demonstrada na figura 27), pode ser vista no gráfico abaixo (fig.40).



**Figura 40. Comparação no ponto 6.**

Embora com a nova simulação a diminuição das correntes no ponto 7 tenha sido pequena, no máximo de 0,06m/s, pela observação das figuras 37 e 38 podemos perceber que a área de maiores velocidades diminuiu.

Ainda que a diminuição das velocidades não seja de grande proporção, o fato de se retirar essa reserva de sedimentos já diminuirá bastante a possibilidade de assoreamento dos canais anteriormente citados.

Diante dos estudos apresentados neste relatório, e conforme as informações do projeto fornecidas pelo cliente, o INPH se põe de acordo com a construção do layout 2 dos molhes de proteção da Base Naval de Itaguaí. O Instituto nada tem a opor no que diz respeito aos aspectos hidráulicos e sedimentológicos envolvidos na construção deste projeto. Ressalta-se apenas o benefício maior da extensão da dragagem a -12m até a área apresentada.

No mais, o Instituto está à disposição dos interessados para sanar qualquer dúvida referente aos estudos realizados.

## 5. CONCLUSÕES

A velocidade de vento para o período de recorrência de 1000 anos encontrada através da análise estatística de uma série de medição de 2 anos foi 24,68 m/s. Esta velocidade foi encontrada com a distribuição de Weibull  $K=1.5$ , que foi a que obteve maior valor dentre as distribuições que melhor se ajustaram à série medida.

Através de modelagem matemática, foram simulados ventos constantes 25 m/s, nas direções  $135^\circ$ ,  $180^\circ$  e  $240^\circ$ , direções em que o vento encontra maiores pistas em direção ao local do projeto.

A maior onda encontrada próximo à área de interesse na simulação com o vento de 1000 anos é a que foi considerada como a onda de projeto, que foi  $H_s = 2,00$  m. O valor de altura máxima extraída no mesmo ponto foi  $H_{m\acute{a}x} = 3,75$ m e período  $T_p = 4,40$ s.

O layout 2 foi o escolhido para ser construído. O estudo de modelagem hidrodinâmica foi realizado comparando as velocidades de correntes para a situação atual e para a do layout 2.

Apenas próximo ao cabeço do molhe Sul houve alteração significativa das velocidades das correntes. Uma nova simulação, expandindo a dragagem a -12m foi realizada para tentar mitigar um possível transporte dos sedimentos da área de intensificação das correntes (área de baixas profundidades) para o canal de acesso ao Porto de Itaguaí e ao Terminal da LLX. O resultado da nova simulação foi ligeiramente melhor.

O INPH está de acordo com a construção do layout 2 dos molhes de proteção da Base Naval de Itaguaí. O Instituto nada tem a opor no que diz respeito aos aspectos hidráulicos e sedimentológicos envolvidos na construção deste projeto. Ressalta-se apenas o benefício maior da extensão da dragagem a -12m até a área apresentada.

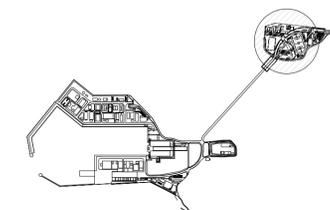


## 5.2 ANEXO II – PLANTAS EM A0

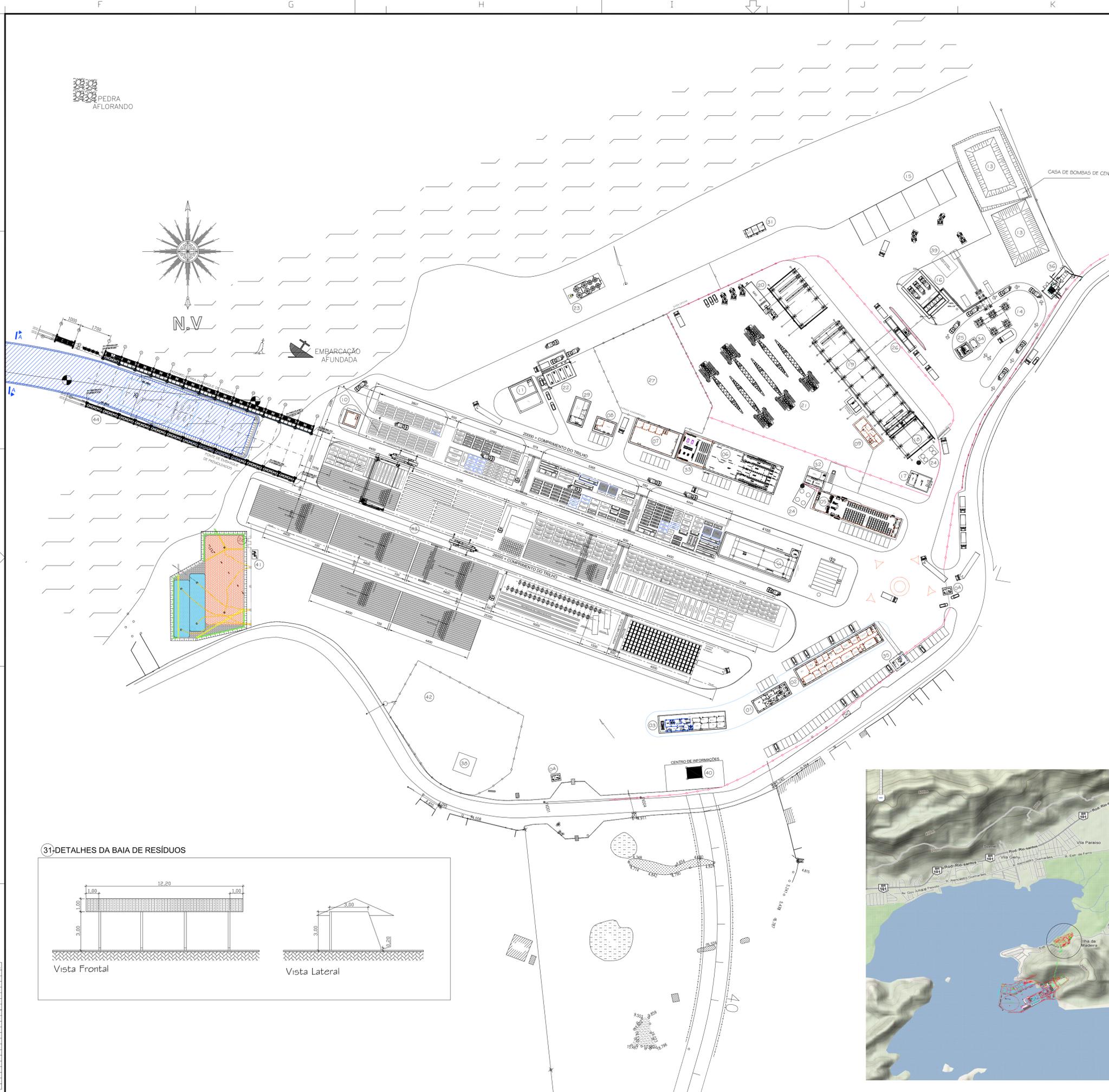
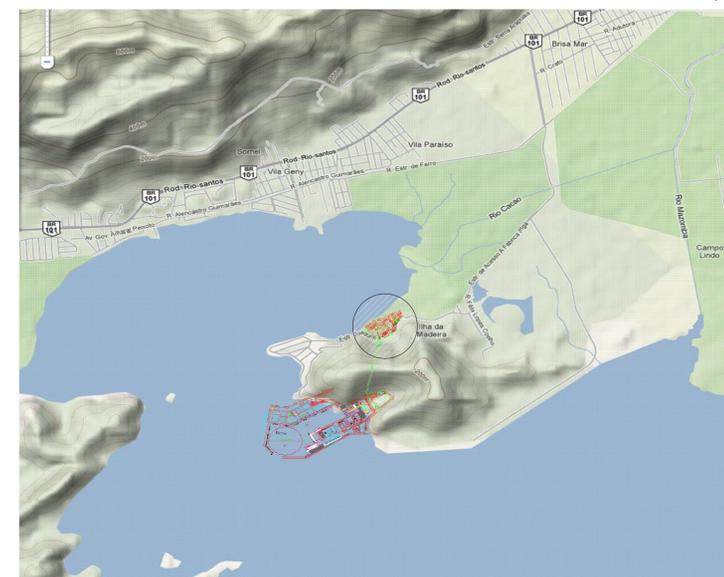
ÁREA EDIFICADA		
Nº	DESCRIÇÃO	m2
1	FISCALIZAÇÃO	152
2	ESCRITÓRIO	527
3	AMBULATÓRIO / SEG. / APROP.	335
4	GUARITA	24
5	REFEITÓRIO	551
6	VESTIÁRIO	629
7	ALMOXARIFADO	357
8	LABORATÓRIO	90
9	CONTROLE OFICINA	129
10	CONTROLE DA PONTE DE EMBARQUE	59
11	CENTRAL DE FORMA	201
12	GALPÃO - CENTRAL DE ARMAÇÃO	746
17	ELÉTRICA	96
18	BORRACHARIA	308
19	OFICINA	1.176
20	LUBRIFICAÇÃO	500
25	SANITÁRIO DE CAMPO	45
29	GALPÃO DOS ENCARREGADOS	126
30	VESTIÁRIO/SANITÁRIO - REFEITÓRIO	38
32	VESTIÁRIO / DEPÓSITO / SALA NUTRICIONISTA	103
33	ÁREA DE CONVIVÊNCIA	247
34	SALA DE CONTROLE DA CENTRAL	25
35	GUARITA DO CARTÃO DE PONTO	58
36	SUBESTAÇÃO	114
37	CONTROLE DA BALANÇA	12
38	SUB-CONTRATADOS	100
40	CENTRO DE INFORMAÇÕES	48
41	CASA DE QUÍMICA (ALONDA)	15
<b>TOTAL</b>		<b>6.811</b>

ÁREA DESCOBERTA		
Nº	DESCRIÇÃO	m2
13	2X RESERVATÓRIO DE ÁGUA - 550m3	1080
14	CENTRAL DE CONCRETO	1.125
15	BAIA DE AGREGADOS	890
16	LAVAGEM DE BETONEIRAS	314
21	PÁTIO DE VEÍCULOS	5.000
22	PLANTA DE COMBUSTÍVEL	1.475
23	ETE	173
24	2X CASTELOS D'ÁGUA	160
26	BALANÇA DE CAMINHÕES	77
27	ÁREA EXTERNA DE ESTOQUE ALMOXARIFADO	2.500
28	BAGS CONTAMINADOS DA ALONDA	2.000
31	BAIA DE RESÍDUOS	41
39	TANQUE MATERIAL DE REJEITOS	96
42	ESTOCAGEM PRÉ-MOLDADOS	22.396
43	ÁREA DE ESTOQUE SUB-CONTRATADO	3.000
44	PONTE DE EMBARQUE	4.800
<b>TOTAL</b>		<b>45.127</b>

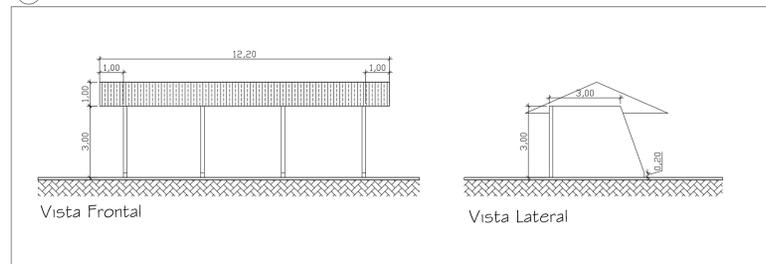
PLANTA CHAVE



PLANTA LOCALIZAÇÃO

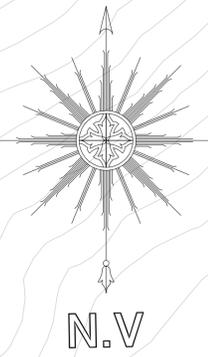
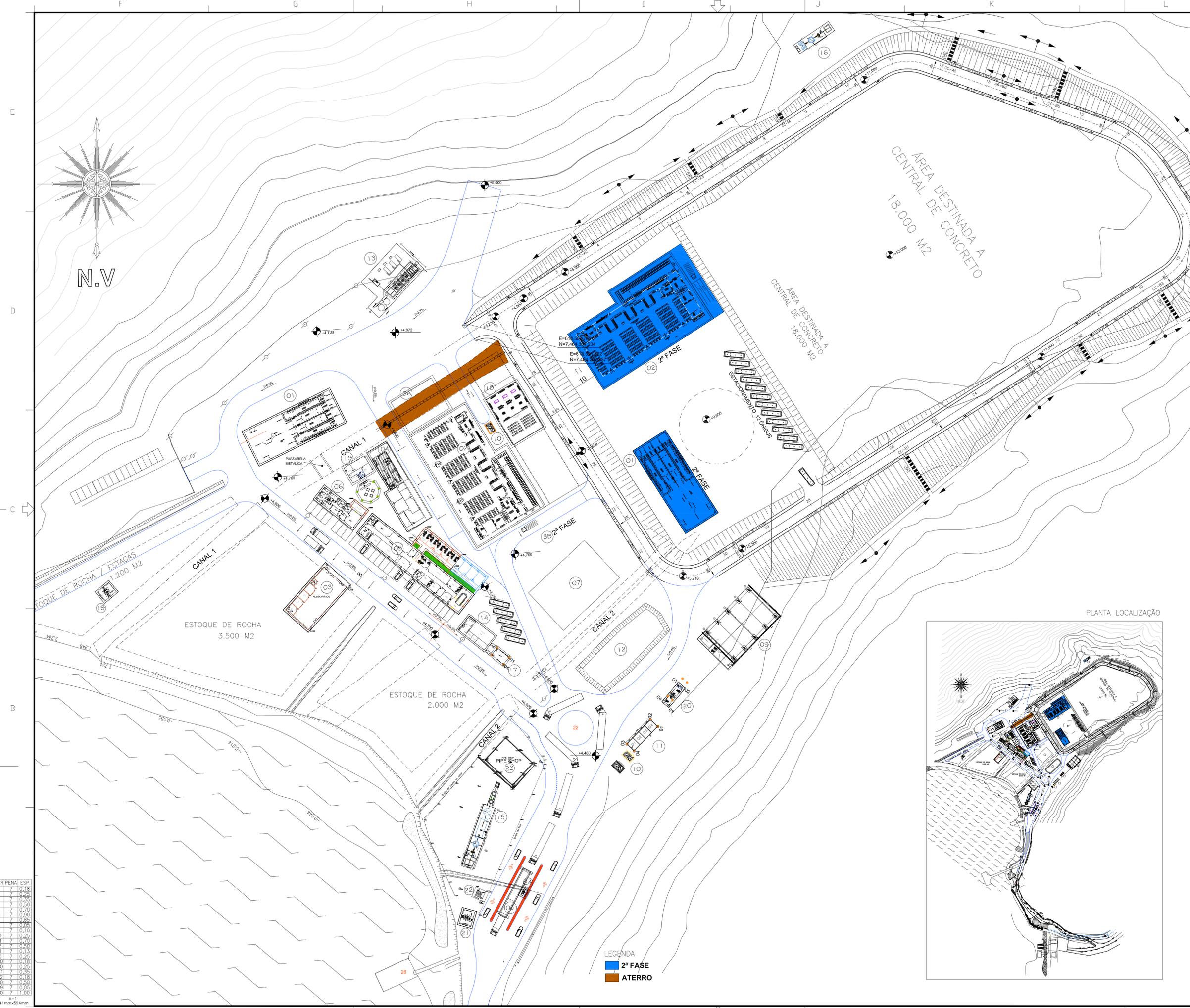


31-DETALHES DA BAIA DE RESÍDUOS



COR	PENSA	ESP.
1	7	0,18
2	7	0,24
3	7	0,35
4	7	0,50
5	7	0,70
6	7	0,90
7	7	0,95
8	7	0,95
9	7	1,00
10	7	0,65
11	7	0,70
12	7	0,50
13	7	0,35
14	7	0,25
15	7	0,25
16	7	0,18
17	7	0,18
18	7	0,18
19	7	0,25
20	7	0,25
21	7	0,25
22	7	0,25
23	7	0,25
24	7	0,25
25	7	0,25
26	7	0,25
27	7	0,25
28	7	0,25
29	7	0,25
30	7	0,25
31	7	0,25
32	7	0,25
33	7	0,25
34	7	0,25
35	7	0,25
36	7	0,25
37	7	0,25
38	7	0,25
39	7	0,25
40	7	0,25
41	7	0,25
42	7	0,25
43	7	0,25
44	7	0,25

1	ATUALIZAÇÃO	PI	31/08/11	AV	PH	PH
0	EMISSÃO INICIAL		30/05/11			
REV.	DESCRIÇÃO	PROP.	DATA	EXEC.	VERIF.	EMISSÃO
	PRELIMINAR (PI)	PARA APROVAÇÃO (PI)	PARA APROVAÇÃO (PI)		APROVADO (PI)	
	LIB. P/ CONSTR. / COMPRA / ITO / PROJETO EXECUTIVO (PC)	CONFORME COMPR./CONSTRUIDO (CC)	EMISSÃO FINAL (PF)		CANCELADO (CA)	
AS INFORMAÇÕES DESTA DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA MARINHA DO BRASIL, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.						
<b>ODEBRECHT</b> Infraestrutura		RESPONSÁVEL: SP	CONTRATO Nº: 40.000/2009-009/00			
<b>EBN</b> EMPRESA BRASILEIRA DE ENGENHARIA		SERVIÇO Nº: 30.049-D	Nº ANEXO:			
CLIENTE:		MARINHA DO BRASIL PROSUB				
PROGRAMA:		EBN - PROSUB				
ÁREA DE CONHECIMENTO:		EDIFICAÇÕES				
LOCAL:		1950-CANTEIRO NORTE				
TÍTULO:		CANTEIRO ÁREA NORTE ARRANJO GERAL				
PROJETO: ODEBRECHT	EXECUÇÃO: AV	VERIFICAÇÃO: PH	EMISSÃO: PH			
ESCALA:	NÍVEL DE SIGLA:	AS:	FOLHA:	01 de 01		
DATA: 04/08/11	Nº ODEBRECHT: EBN-00M-1950000-DE-0001	Nº MARINHA DO BRASIL: -				



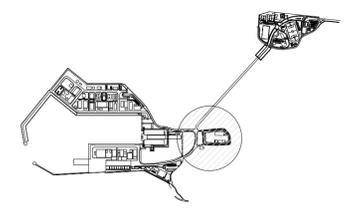
DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

NOTAS GERAIS

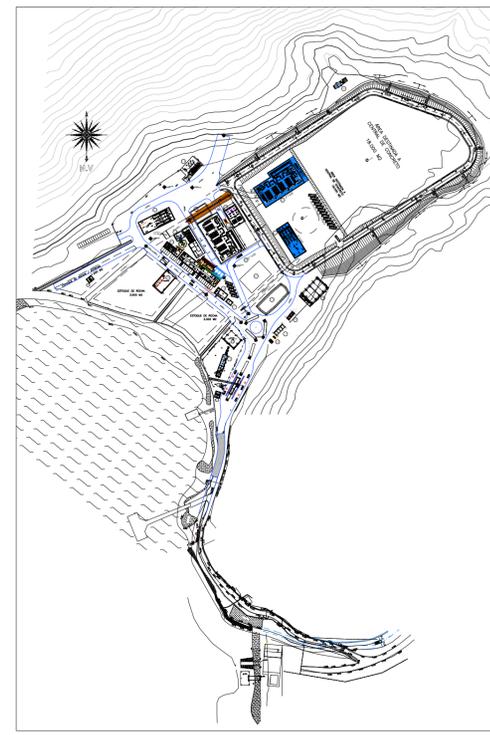
LEGENDA

Nº	EDIFICAÇÃO	m2
01	VESTIÁRIO	629
02	REFEITÓRIO	1.597
03	ALMOXARIFADO	356
3A	ALMOXARIFADO - EXTERNO PROVISÓRIO	330
04	AMBULATÓRIO	383
05	ESCRITÓRIO	700
06	FISCALIZAÇÃO	175
07	CASA DE QUÍMICA (ALONDA)	647
08	BALANÇA	111
09	GALPÃO OFICINA/FERRAMENTARIA	542
10	CAÇAMBAS DE COLETA SELETIVA X3	41
11	BAIAS DE RESÍDUOS	56
12	RESERVATÓRIO DE ÁGUA (ALONDA)	636
13	SUBESTAÇÃO E ETA (TUNEL)	356
14	GALPÃO ENCARREG./ TOPOGRAFIA	120
15	ETE	173
16	CASTELO DAGUA	76
17	CASA DE ELÉTRICA	38
18	ÁREA DE CONVIVÊNCIA	364
19	DEPARTAMENTO PESSOAL	95
20	SALAS DA OFICINA	40
21	BANHEIRO DE CAMPO	45
22	CASA BATIMETRIA	5
23	PEPE SHOP	194
24	CONTROLE BALANÇA	12
<b>TOTAL</b>		<b>7.721</b>
<b>2ª FASE</b>		
01	VESTIÁRIO	629
02	REFEITÓRIO	1.597
3B	ÁREA FUTURA - ALMOX./ARMAÇÃO	4.000
<b>TOTAL</b>		<b>6.226</b>

PLANTA CHAVE



PLANTA LOCALIZAÇÃO



LEGENDA  
 2ª FASE  
 ATERRO

COR/PENA	ESP.
1	7 0,18
2	7 0,24
3	7 0,35
4	7 0,50
5	7 0,70
6	7 0,90
7	7 0,95
8	7 0,95
9	7 0,10
10	7 0,25
11	7 0,40
12	7 0,50
13	7 0,70
14	7 0,90
15	7 0,95
16	7 0,95
17	7 1,00

1	ATUALIZAÇÃO	PI	31/08/11	AV	PH	PH
0	EMISSÃO INICIAL		30/05/11			
REV.	DESCRIÇÃO	PROP.	DATA	EXEC.	VERIF.	EMISSÃO
	PRELIMINAR (PI)	PARA APROVAÇÃO (PA)	PARA APROVAÇÃO (PA)	APROVADO (AP)		
	LIB. P/ CONSTR. / COMPR. / USO / PRÉTO EXECUTIVO (PC)	CONFORME COMPR./CONSTRUIDO (CC)	EMISSÃO FINAL (EF)	CANCELADO (CA)		
AS INFORMAÇÕES DESTA DOCUMENTO SÃO PROPRIEDADE DA MARINHA DO BRASIL, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.						
<b>ODEBRECHT</b> Infraestrutura		RESPONSÁVEL: SP	CONTRATO Nº: 40.000/2009-009/00			
<b>EBN</b> CORPORATIVO DE ENGENHARIA E ARQUITETURA		SERVA Nº: 30.049-D	Nº ANEXO:			
		ART Nº:	ARQUIVO ELETRÔNICO Nº: EBN-00M-2950000-DE-0001_1			
<b>CLIENTE:</b> MARINHA DO BRASIL PROSUB						
<b>PROGRAMA:</b> EBN - PROSUB						
<b>ÁREA DE CONHECIMENTO:</b> EDIFICAÇÕES						
<b>LOCAL:</b> 2950-CANTEIRO SUL						
<b>TÍTULO:</b> CANTEIRO AREA SUL ARRANJO GERAL						
PROJETO: ODEBRECHT	EXECUÇÃO: AV	VERIFICAÇÃO: PH	EMISSÃO: PH			
ESCALA: NÍVEL DE SIGLA: AS	FOLHA: 01 de 01					
DATA: 04/08/11	Nº ODEBRECHT: EBN-00M-2950000-DE-0001					
Nº MARINHA DO BRASIL: -						

NOTAS GERAIS

- EDIFICAÇÕES BASE NAVAL NORTE:**
- AC - ACADEMIA DE GINÁSTICA
  - CA - CANIL
  - CAN - CANTINA
  - CAV - CONTROLE DE ACESSO DE VEÍCULOS
  - CB - CASA DE BOMBAS
  - CCC - CENTRO DE CONTROLE DE CRISE
  - CH - CHURRASQUEIRA
  - CIE - CENTRO DE INFORMAÇÕES DO EMPREENDIMENTO
  - CS - COLETA SELETIVA
  - DG - DEPÓSITO GERAL DA BASE
  - ERA - ENFERMARIA DE RÁDIO ACIDENTADOS
  - ESTACIONAMENTO
  - ETE - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO
  - GU - GUARITAS
  - HO - HOTEL DE TRÂNSITO DE OFICIAIS
  - HP - HOTEL DE TRÂNSITO DE PRAÇAS
  - LMA - LABORATÓRIO DE MONITORAÇÃO AMBIENTAL
  - N-SAIPM - NÚCLEO DE ASSISTÊNCIA SOCIAL
  - PE - PAIOL E HELIPONTO DA BASE NORTE
  - PRAÇA DE ESPORTES E CENTRO DE CONVIVÊNCIA
  - PO - PORTARIA NORTE
  - RES - RESERVATÓRIOS DE ÁGUA
  - SE - SUBESTAÇÃO SECUNDÁRIA
  - SEC - SECRETARIA
  - SN - SAUNA
  - TR - TERMINAL RODOVIÁRIO
  - VES - VESTIÁRIO

LEGENDA

PERIMETRO DO TERRENO DA COMPANHIA DOCS

PLANTA CHAVE

1	REVISÃO GERAL SUBSTITUI O DOCUMENTO EBN-4000000-DE-0001	PA	24/09/10	LPD	SHAV	CCAM
0	EMISSÃO INICIAL	PA	25/08/10	LPD	SHAV	CCAM
REV.	DESCRIÇÃO	PROP.	DATA	EXEC.	VERIF.	EMISSÃO

PRELIMINAR (PR)	PARA INFORMAÇÃO (PI)	PARA APROVAÇÃO (PA)	APROVADO (AP)
USO: P/ CONTR. / COMPRA / USO / PROJETO DE EQUIPAMENTO (PO)	CONFORME CONTR./CONSTRUIDO (CC)	EMISSÃO FINAL (EF)	CANCELADO (CA)

AS INFORMAÇÕES DESTA PLANTA SÃO PROPRIEDADE DA MARINHA DO BRASIL, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.

**ODEBRECHT** Infraestrutura

**EBN** Engenharia, Arquitetura e Ambiental

RESPONSÁVEL: PSTF    CONTRATO Nº: -

CREA Nº: 35866-D    Nº ATIVO: EBN-4000000-DE-0001

ART Nº: -    ARQUIVO Nº: EBN-DEN-0000200-DE-0002\_1.DWG

CLIENTE: MARINHA DO BRASIL

PROGRAMA: PROSUB - EBN

ÁREA: 0000 - EBN - GERAL

TÍTULO: ARRANJO GERAL  
ÁREA NORTE  
PROJETO BÁSICO

PROJETO: CONSORCIO SGP	EXECUÇÃO: LPD	VERIFICAÇÃO: SHAV	EMISSÃO: CCAM
ESCALA: 1/1250	NÍVEL DE SIGILO: RESERVADO	AS: -	FOLHA: 01 de 01
DATA: 25/08/2010	Nº	EBN-OEN-0000200-DE-0002	



COR	PENA	ESP.
1	7	0,18
2	7	0,18
3	7	0,18
4	7	0,18
5	7	0,18
6	7	0,18
7	7	0,18
8	7	0,18
9	7	0,18
10	7	0,18
11	7	0,18
12	7	0,18
13	7	0,18
14	7	0,18
15	7	0,18
16	7	0,18
17	7	0,18

