



A MRS Estudos Ambientais Ltda.  
apresenta ao INSTITUTO BRASILEIRO  
DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS  
NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA.

o documento intitulado:

ESTUDO DE IMPACTO AMBIENTAL  
DO ESTALEIRO E BASE NAVAL PARA A  
CONSTRUÇÃO DE SUBMARINOS  
CONVENCIONAIS E DE PROPULSÃO  
NUCLEAR, EM ITAGUAÍ – RIO DE  
JANEIRO – DE RESPONSABILIDADE DA  
MARINHA DO BRASIL

VOLUME 2

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

Agosto de 2009

Alexandre Nunes da Rosa  
MRS Estudos Ambientais Ltda

## INDICE

### TOMO I

|              |                                                                                     |        |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 5.1          | MEIO FÍSICO .....                                                                   | 5.1-1  |
| 5.1.1        | Metodologia Aplicada .....                                                          | 5.1-1  |
| 5.1.1.1      | Metodologia Aplicada a Caracterização do Clima e das Condições Meteorológicas ..... | 5.1-1  |
| 5.1.1.2      | Metodologia Aplicada ao Mapeamento Geológico .....                                  | 5.1-3  |
| 5.1.1.3      | Metodologia Aplicada a Geomorfologia, Pedologia e Recursos Hídricos .....           | 5.1-3  |
| 5.1.2        | Clima e Condições Meteorológicas.....                                               | 5.1-5  |
| 5.1.2.1      | Clima Geral.....                                                                    | 5.1-5  |
| 5.1.2.1.1    | Climatologia Regional .....                                                         | 5.1-5  |
| 5.1.2.1.1.1  | Tipos de Massas de Ar .....                                                         | 5.1-6  |
| 5.1.2.1.2    | Padrões Sinóticos Regionais.....                                                    | 5.1-9  |
| 5.1.2.1.2.1  | Climatologia de Inverno.....                                                        | 5.1-15 |
| 5.1.2.1.2.2  | Climatologia de Primavera.....                                                      | 5.1-15 |
| 5.1.2.1.2.3  | Climatologia de Verão .....                                                         | 5.1-15 |
| 5.1.2.1.2.4  | Climatologia de Outono.....                                                         | 5.1-16 |
| 5.1.2.1.2.5  | Padrões de Circulação do Ar .....                                                   | 5.1-16 |
| 5.1.2.1.2.6  | Pressão Atmosférica .....                                                           | 5.1-17 |
| 5.1.2.1.2.7  | Temperatura.....                                                                    | 5.1-18 |
| 5.1.2.1.2.8  | Umidade Relativa.....                                                               | 5.1-22 |
| 5.1.2.1.2.9  | Precipitação .....                                                                  | 5.1-23 |
| 5.1.2.1.2.10 | Evaporação .....                                                                    | 5.1-28 |
| 5.1.2.1.2.11 | Insolação.....                                                                      | 5.1-28 |
| 5.1.2.1.3    | Condições Meteorológicas Regionais para as Bases de Projeto e Operação .....        | 5.1-29 |
| 5.1.2.1.3.1  | Furacões e Tempestades Tropicais .....                                              | 5.1-29 |
| 5.1.2.1.3.2  | Tornados e Trombas D'água .....                                                     | 5.1-30 |
| 5.1.2.1.3.3  | Ventos Extremos.....                                                                | 5.1-30 |
| 5.1.2.1.3.4  | Tempestades e Relâmpagos .....                                                      | 5.1-31 |
| 5.1.2.1.3.5  | Granizo .....                                                                       | 5.1-31 |
| 5.1.2.1.3.6  | Tempestades de Gelo e Neve .....                                                    | 5.1-31 |
| 5.1.2.1.3.7  | Potencial de Poluição do Ar .....                                                   | 5.1-31 |
| 5.1.2.1.3.8  | Ressacas.....                                                                       | 5.1-32 |
| 5.1.2.2      | Meteorologia Local .....                                                            | 5.1-32 |
| 5.1.2.2.1    | Parâmetros Meteorológicos Normais e Extremos .....                                  | 5.1-32 |
| 5.1.2.2.1.1  | Pressão Atmosférica .....                                                           | 5.1-35 |
| 5.1.2.2.1.2  | Temperatura Ambiente .....                                                          | 5.1-36 |
| 5.1.2.2.1.3  | Umidade Relativa.....                                                               | 5.1-38 |
| 5.1.2.2.1.4  | Precipitação .....                                                                  | 5.1-40 |



|             |                                                                           |         |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------|---------|
| 5.1.2.2.1.5 | Velocidade e Direção do Vento .....                                       | 5.1-41  |
| 5.1.2.2.1.6 | Estabilidade Atmosférica .....                                            | 5.1-44  |
| 5.1.2.2.1.7 | Altura da Camada de Mistura .....                                         | 5.1-45  |
| 5.1.3       | Geologia e Pedologia .....                                                | 5.1-45  |
| 5.1.3.1     | Tectônica do Sudeste do Brasil .....                                      | 5.1-45  |
| 5.1.3.2     | Reativação Fanerozóica .....                                              | 5.1-48  |
| 5.1.3.2.1   | Formação da Margem Continental Sudeste – Magmatismo Basáltico .....       | 5.1-49  |
| 5.1.3.2.2   | Magmatismo Alcalino .....                                                 | 5.1-50  |
| 5.1.3.2.3   | Rifte Continental do Sudeste do Brasil - RCSB .....                       | 5.1-51  |
| 5.1.3.3     | Neotectônica.....                                                         | 5.1-54  |
| 5.1.3.4     | Lineamentos Estruturais .....                                             | 5.1-55  |
| 5.1.3.5     | Geologia Regional e da Área de Influência Indireta .....                  | 5.1-59  |
| 5.1.3.5.1   | Meso/Neoproterozóico.....                                                 | 5.1-59  |
| 5.1.3.5.2   | Neoproterozóico .....                                                     | 5.1-59  |
| 5.1.3.5.3   | Cambro/Ordoviciano.....                                                   | 5.1-62  |
| 5.1.3.5.4   | Cretáceo/Terciário .....                                                  | 5.1-62  |
| 5.1.3.6     | Geologia da Área de Influência Direta e da Área Diretamente Afetada ..... | 5.1-63  |
| 5.1.3.6.1   | Unidades Litológicas do Embasamento Granítico-Gnáissico .....             | 5.1-63  |
| 5.1.3.6.1.1 | Unidade Batólito Serra dos Órgãos .....                                   | 5.1-67  |
| 5.1.3.6.1.2 | Unidade Rio Negro.....                                                    | 5.1-69  |
| 5.1.3.6.1.3 | Unidade Complexo Ilha da Madeira .....                                    | 5.1-70  |
| 5.1.3.6.2   | Estruturas Geológicas .....                                               | 5.1-72  |
| 5.1.3.6.2.1 | Estruturas Atectônicas.....                                               | 5.1-72  |
| 5.1.3.6.2.2 | Estruturas Tectônicas .....                                               | 5.1-73  |
| 5.1.3.6.2.3 | Eventos Tectônicos nas AID e ADA - Ilha da Madeira .....                  | 5.1-81  |
| 5.1.3.6.3   | Sedimentologia .....                                                      | 5.1-82  |
| 5.1.3.7     | Sismologia Regional e Histórica da Área de Interesse ao Projeto.....      | 5.1-86  |
| 5.1.3.7.1   | Sismicidade e Estruturação Regional .....                                 | 5.1-86  |
| 5.1.3.7.2   | Distribuição de Sismos .....                                              | 5.1-88  |
| 5.1.3.7.2.1 | Sismos Regionais e Locais .....                                           | 5.1-93  |
| 5.1.3.7.2.2 | Sequência de Microsismos de Monsuaba .....                                | 5.1-98  |
| 5.1.3.7.2.3 | Recorrência Sísmica.....                                                  | 5.1-100 |
| 5.1.3.7.3   | Síntese da Sismologia.....                                                | 5.1-103 |
| 5.1.3.8     | Pedologia .....                                                           | 5.1-104 |
| 5.1.3.8.1   | Caracterização Pedológica Regional.....                                   | 5.1-104 |
| 5.1.3.8.1.1 | Unidades Mapeadas na Área de Influência Direta.....                       | 5.1-105 |
| 5.1.3.8.2   | Áreas Antropizadas .....                                                  | 5.1-122 |
| 5.1.3.8.3   | Características Geológico-Geotécnicas da Ilha da Madeira .....            | 5.1-123 |
| 5.1.3.8.4   | Aspectos Geológico-Geotécnicos da ADA .....                               | 5.1-128 |

|             |                                                                                                              |         |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 5.1.3.8.4.1 | Túnel.....                                                                                                   | 5.1-128 |
| 5.1.3.8.4.2 | Estrada de acesso ao túnel .....                                                                             | 5.1-131 |
| 5.1.3.8.4.3 | Bota foras .....                                                                                             | 5.1-132 |
| 5.1.3.8.4.4 | Materiais de empréstimo .....                                                                                | 5.1-132 |
| 5.1.3.9     | Levantamento Geofísico .....                                                                                 | 5.1-132 |
| 5.1.3.10    | Metodologia do Levantamento Geofísico.....                                                                   | 5.1-135 |
| 5.1.3.11    | Características Gerais dos Locais Pesquisados.....                                                           | 5.1-136 |
| 5.1.3.12    | Descrição do Levantamento e Processamento dos Dados GPR.....                                                 | 5.1-137 |
| 5.1.3.13    | Resultados .....                                                                                             | 5.1-140 |
| 5.1.3.13.1  | Resultados Obtidos.....                                                                                      | 5.1-149 |
| 5.1.4       | GEOMORFOLOGIA .....                                                                                          | 5.1-151 |
| 5.1.4.1     | Caracterização Geomorfológica.....                                                                           | 5.1-151 |
| 5.1.4.1.1   | Mapeamento Geomorfológico Proposto pela CPRM.....                                                            | 5.1-151 |
| 5.1.4.1.2   | Estruturação Geomorfológica do Planalto Atlântico no Estado do Rio de Janeiro Proposto por SILVA (2002)..... | 5.1-156 |
| 5.1.4.1.3   | Mapeamento Geomorfológico Proposto pelo ZEE (2009) .....                                                     | 5.1-160 |
| 5.1.4.1.4   | Geomorfologia da Sub-Bacia Mazomba-Cação .....                                                               | 5.1-162 |
| 5.1.4.1.5   | Geomorfologia da Ilha da Madeira .....                                                                       | 5.1-162 |
| 5.1.4.2     | Geomorfologia da Área de Influência Direta .....                                                             | 5.1-162 |
| 5.1.4.2.1   | Caracterização Geomorfológica, Hidrográfica e Pedológica .....                                               | 5.1-162 |
| 5.1.4.2.1.1 | Mapeamento Geomorfológico em detalhe (1:10.000).....                                                         | 5.1-163 |
| 5.1.4.2.2   | Caracterização Topográfica e Levantamento Planialtimétrico da ADA.....                                       | 5.1-170 |
| 5.1.4.2.3   | Sistemas de Relevo Degradacionais .....                                                                      | 5.1-170 |
| 5.1.4.2.4   | Segmentação Geométrica dos Setores de Encostas e Carta de Vulnerabilidade de Processos Erosivos              | 5.1-171 |
| 5.1.5       | RECURSOS HÍDRICOS .....                                                                                      | 5.1-185 |
| 5.1.5.1     | Caracterização da Bacia Hidrográfica da Baía de Sepetiba .....                                               | 5.1-185 |
| 5.1.5.2     | Caracterização Hidrográfica das Sub-Bacias da Área de Influência Direta e da Área Diretamente Afetada        | 5.1-187 |
| 5.1.5.2.1   | Bacia do Rio Mazomba-Cação.....                                                                              | 5.1-188 |
| 5.1.5.2.2   | Hidrografia da AID.....                                                                                      | 5.1-191 |
| 5.1.5.2.3   | Densidade de Drenagem.....                                                                                   | 5.1-194 |
| 5.1.5.2.4   | Usos da Água na AID .....                                                                                    | 5.1-197 |
| 5.1.5.3     | Qualidade da Água.....                                                                                       | 5.1-197 |
| 5.1.5.3.1   | Justificativa dos Pontos de Amostragem .....                                                                 | 5.1-198 |
| 5.1.5.3.1.1 | Histórico .....                                                                                              | 5.1-200 |
| 5.1.5.3.1.2 | Principais fontes potencialmente poluidoras .....                                                            | 5.1-200 |
| 5.1.5.3.1.3 | Efluentes da atividade agropecuária .....                                                                    | 5.1-204 |
| 5.1.5.3.1.4 | Efluentes industriais .....                                                                                  | 5.1-204 |

|             |                                                                                                                                                |         |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 5.1.5.3.1.5 | Extração de areia .....                                                                                                                        | 5.1-205 |
| 5.1.5.3.2   | Características da Qualidade da Bacia .....                                                                                                    | 5.1-206 |
| 5.1.5.3.2.1 | Bacia Hidrográfica da Baía de Sepetiba .....                                                                                                   | 5.1-206 |
| 5.1.5.3.2.2 | Baixada da Baía de Sepetiba .....                                                                                                              | 5.1-211 |
| 5.1.5.3.3   | Caracterização dos Pontos de Amostragem e Suas Principais Fontes Poluidoras.....                                                               | 5.1-216 |
| 5.1.5.3.3.1 | Pontos de Coleta –ADA.....                                                                                                                     | 5.1-217 |
| 5.1.5.3.3.2 | Pontos Coletados – AID .....                                                                                                                   | 5.1-219 |
| 5.1.5.3.3.3 | Pontos Coletados na All.....                                                                                                                   | 5.1-219 |
| 5.1.5.3.4   | Parâmetros de Análise .....                                                                                                                    | 5.1-224 |
| 5.1.5.3.4.1 | Análise dos Dados Primários.....                                                                                                               | 5.1-226 |
| 5.1.5.3.5   | Áreas Críticas a Serem Afetadas por Acidentes .....                                                                                            | 5.1-236 |
| 5.1.5.3.5.1 | Classificação de Habitats e Feições Costeiras Brasileiras segundo seu Índice de<br>Sensibilidade do Litoral (ISL) a Derramamento de Óleo ..... | 5.1-237 |
| 5.1.5.3.5.2 | Área de Influência Direta.....                                                                                                                 | 5.1-243 |
| 5.1.5.4     | Hidrogeologia.....                                                                                                                             | 5.1-246 |
| 5.1.5.4.1   | Sistemas Aquíferos.....                                                                                                                        | 5.1-246 |
| 5.1.5.4.1.1 | Aquífero Fraturado .....                                                                                                                       | 5.1-247 |
| 5.1.5.4.1.2 | Aquífero Piranema.....                                                                                                                         | 5.1-248 |
| 5.1.5.4.2   | Hidrogeologia Local.....                                                                                                                       | 5.1-253 |
| 5.1.6       | Avaliação de ruído do estaleiro e base naval .....                                                                                             | 5.1-255 |
| 5.1.6.1     | Medições de ruído ambiente.....                                                                                                                | 5.1-255 |
| 5.1.6.1.1   | Equipamentos Utilizados.....                                                                                                                   | 5.1-255 |
| 5.1.6.1.2   | Procedimento de calibração .....                                                                                                               | 5.1-255 |
| 5.1.6.1.3   | Normas e Procedimentos de Medição.....                                                                                                         | 5.1-255 |
| 5.1.6.1.4   | Valores medidos.....                                                                                                                           | 5.1-262 |
| 5.1.6.1.4.1 | Período diurno.....                                                                                                                            | 5.1-262 |
| 5.1.6.1.4.2 | Período Noturno.....                                                                                                                           | 5.1-263 |
| 5.1.6.1.5   | Limites Permitidos .....                                                                                                                       | 5.1-264 |
| 5.1.6.2     | Simulação de impacto acústico ambiental.....                                                                                                   | 5.1-265 |
| 5.1.6.2.1   | Modelagem da topografia e ambiente construído .....                                                                                            | 5.1-266 |
| 5.1.6.2.2   | Modelagem das fontes sonoras atuais .....                                                                                                      | 5.1-266 |
| 5.1.6.2.3   | Modelagem das fontes sonoras futuras.....                                                                                                      | 5.1-267 |
| 5.1.6.2.4   | Cálculos de simulação .....                                                                                                                    | 5.1-267 |
| 5.1.6.2.5   | Resultados.....                                                                                                                                | 5.1-267 |

## TOMO II

|             |                                                                                                     |         |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 5.1.7       | Oceanografia e hidrodinâmica costeira .....                                                         | 5.1-276 |
| 5.1.7.1     | Caracterização da Baía de Sepetiba .....                                                            | 5.1-276 |
| 5.1.7.2     | Circulação Costeira .....                                                                           | 5.1-277 |
| 5.1.7.3     | Correntes Geradas por Vento .....                                                                   | 5.1-280 |
| 5.1.7.4     | Ondas .....                                                                                         | 5.1-283 |
| 5.1.7.4.1   | Clima de Ondas na Região das Bacias de Campos e Santos .....                                        | 5.1-283 |
| 5.1.7.4.1.1 | Bom Tempo .....                                                                                     | 5.1-284 |
| 5.1.7.4.1.2 | Bom Tempo com Marulhos .....                                                                        | 5.1-284 |
| 5.1.7.4.1.3 | Mau Tempo – Mar de Sudoeste .....                                                                   | 5.1-285 |
| 5.1.7.4.1.4 | Mau Tempo – Mar de Sudeste .....                                                                    | 5.1-286 |
| 5.1.7.5     | Marés .....                                                                                         | 5.1-286 |
| 5.1.7.6     | Análise de dados secundários .....                                                                  | 5.1-288 |
| 5.1.7.6.1   | Dados do BNDO .....                                                                                 | 5.1-288 |
| 5.1.7.7     | Levantamento Histórico da Evolução Geomorfológica da Linha de Costa .....                           | 5.1-293 |
| 5.1.7.7.1   | Comparação de perfis batimétricos .....                                                             | 5.1-306 |
| 5.1.7.7.2   | Perfis 1 e 2 .....                                                                                  | 5.1-318 |
| 5.1.7.7.3   | Perfil 3 .....                                                                                      | 5.1-319 |
| 5.1.7.7.4   | Perfil 4 .....                                                                                      | 5.1-320 |
| 5.1.7.7.5   | Perfil 5 .....                                                                                      | 5.1-320 |
| 5.1.7.7.6   | Perfil 6 .....                                                                                      | 5.1-320 |
| 5.1.7.7.7   | Perfil 7 .....                                                                                      | 5.1-320 |
| 5.1.7.7.8   | Perfil 8 .....                                                                                      | 5.1-321 |
| 5.1.7.7.9   | Perfil 9 .....                                                                                      | 5.1-321 |
| 5.1.7.7.10  | Perfil 10 .....                                                                                     | 5.1-321 |
| 5.1.7.8     | Considerações gerais .....                                                                          | 5.1-321 |
| 5.1.7.9     | Batimetria .....                                                                                    | 5.1-322 |
| 5.1.8       | Assoreamento, necessidade de dragagem de aprofundamento e previsão de dragagens de manutenção ..... | 5.1-324 |
| 5.1.8.1     | Necessidade de Dragagem de Aprofundamento .....                                                     | 5.1-324 |
| 5.1.8.1.1   | Dragagem para Remoção do Sedimento argiloso .....                                                   | 5.1-324 |
| 5.1.8.1.2   | Dragagem da Bacia de Evolução e Canal de Acesso .....                                               | 5.1-325 |
| 5.1.8.1.2.1 | Tipos de Dragas .....                                                                               | 5.1-330 |
| 5.1.8.2     | Sondagens na Baía de Sepetiba na Área Diretamente Afetada .....                                     | 5.1-334 |
| 5.1.8.2.1   | Justificativa da malha amostral .....                                                               | 5.1-337 |
| 5.1.8.2.2   | Metodologia de Amostragem .....                                                                     | 5.1-337 |
| 5.1.8.2.3   | Métodos de Laboratório (Análises dos Sedimentos) .....                                              | 5.1-341 |



|                    |                                                                         |         |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------|
| 5.1.8.2.4          | Métodos de Análise e Integração dos Dados .....                         | 5.1-342 |
| 5.1.8.2.5          | Resultados.....                                                         | 5.1-344 |
| 5.1.8.2.5.1        | Sedimentologia.....                                                     | 5.1-344 |
| 5.1.8.2.5.2        | Carbono Orgânico Total, Fósforo Total e Nitrogênio Kjeldahl Total ..... | 5.1-348 |
| 5.1.8.2.5.3        | Metais Pesados e Arsênio (As).....                                      | 5.1-352 |
| 5.1.8.2.5.4        | Estudos de toxicidade dos sedimentos.....                               | 5.1-405 |
| 5.1.8.2.6          | Conclusões .....                                                        | 5.1-407 |
| 5.1.8.3            | Turbidez na coluna d água da AID.....                                   | 5.1-409 |
| 5.1.8.4            | Descarte do Material Dragado.....                                       | 5.1-410 |
| 5.1.8.5            | Dragagens de manutenção .....                                           | 5.1-412 |
| 5.1.8.5.1          | Taxa de Sedimentação .....                                              | 5.1-412 |
| 5.1.8.5.2          | Periodicidade e volumes aproximados .....                               | 5.1-413 |
| 5.1.9              | Modelagem .....                                                         | 5.1-414 |
| 5.1.9.1            | Modelagem das correntes geradas por maré e vento .....                  | 5.1-414 |
| 5.1.9.1.1          | Descrição do modelo hidrodinâmico .....                                 | 5.1-414 |
| 5.1.9.1.2          | Materiais e Métodos.....                                                | 5.1-415 |
| 5.1.9.1.3          | Resultados.....                                                         | 5.1-427 |
| 5.1.9.1.3.1        | Experimentos na malha maior.....                                        | 5.1-427 |
| 5.1.9.1.3.2        | Experimentos na malha menor.....                                        | 5.1-455 |
| 5.1.9.1.4          | Análise das Alterações .....                                            | 5.1-467 |
| 5.1.9.1.4.1        | Alterações nos padrões de correntes - cenário II .....                  | 5.1-467 |
| 5.1.9.1.4.2        | Alterações nos padrões de correntes - cenário III .....                 | 5.1-471 |
| 5.1.9.1.5          | Sedimentos .....                                                        | 5.1-475 |
| 5.1.9.2            | Modelo de Geração de Onda.....                                          | 5.1-479 |
| 5.1.9.2.1          | Modelo de onda SWAN.....                                                | 5.1-479 |
| 5.1.9.2.2          | Descrição dos experimentos .....                                        | 5.1-480 |
| 5.1.9.2.3          | Resultados.....                                                         | 5.1-484 |
| 5.1.9.2.3.1        | Experimento 1 – Situação de bom tempo com marulho .....                 | 5.1-484 |
| 5.1.9.2.3.2        | Experimento 2 – Situação de mau tempo.....                              | 5.1-495 |
| 5.1.9.3            | Advecção das Plumas de Dragagem e Descarte de Material Dragado.....     | 5.1-509 |
| 5.1.9.3.1          | Conclusões da Modelagem .....                                           | 5.1-511 |
| BIBLIOGRAFIA ..... |                                                                         | 5.1-513 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                           |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| FIGURA 5.1-1 - DISTRIBUIÇÃO DAS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS UTILIZADAS PARA IDENTIFICAR AS CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS EM TORNO DA REGIÃO DO EMPREENDIMENTO (INDICADO POR BASE NAVAL)..... | 5.1-2  |
| FIGURA 5.1-2 - MAPA DE TOPOGRAFIA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO EM TORNO DA REGIÃO DO EMPREENDIMENTO (INDICADO POR UM PONTO CIRCULAR).....                                                  | 5.1-6  |
| FIGURA 5.1-3 - PRINCIPAIS SISTEMAS SINÓTICOS QUE ATUAM SOBRE O CONTINENTE SUL-AMERICANO.....                                                                                              | 5.1-9  |
| FIGURA 5.1-4 - PADRÃO CARACTERÍSTICO DE CIRCULAÇÃO SINÓTICA DE INVERNO (22 A 31 DE AGOSTO DE 1958). ....                                                                                  | 5.1-11 |
| FIGURA 5.1-5 - PADRÃO CARACTERÍSTICO DE CIRCULAÇÃO SINÓTICA DE PRIMAVERA (21 A 28 DE SETEMBRO DE 1959).<br>FONTE: ATLAS CLIMÁTICO PARA O ESTADO DE SÃO PAULO .....                        | 5.1-12 |
| FIGURA 5.1-6 - PADRÃO CARACTERÍSTICO DE CIRCULAÇÃO SINÓTICA DE VERÃO (14 A 20 DE FEVEREIRO DE 1960). ....                                                                                 | 5.1-13 |
| FIGURA 5.1-7 - PADRÃO CARACTERÍSTICO DE CIRCULAÇÃO SINÓTICA DE OUTONO (25 A 30 DE ABRIL DE 1960). ....                                                                                    | 5.1-14 |
| FIGURA 5.1-8 - DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES CLIMATOLÓGICOS MÉDIOS MENSAIS DE PRESSÃO ATMOSFÉRICA PARA A ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DO RIO DE JANEIRO. ....                                         | 5.1-18 |
| FIGURA 5.1-9 - DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES CLIMATOLÓGICOS MÉDIOS MENSAIS DE TEMPERATURA PARA A ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DO RIO DE JANEIRO. ....                                                 | 5.1-19 |
| FIGURA 5.1-10 - DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES CLIMATOLÓGICOS MÉDIOS MENSAIS DE TEMPERATURA MÁXIMA PARA A ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DO RIO DE JANEIRO. ....                                         | 5.1-20 |
| FIGURA 5.1-11 - DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES CLIMATOLÓGICOS MÉDIOS MENSAIS DE TEMPERATURA MÁXIMA ABSOLUTA PARA A ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DO RIO DE JANEIRO. ....                                | 5.1-20 |
| FIGURA 5.1-12 - DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES CLIMATOLÓGICOS MÉDIOS MENSAIS DE TEMPERATURA MÍNIMA PARA A ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DO RIO DE JANEIRO. ....                                         | 5.1-21 |
| FIGURA 5.1-13 - DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES CLIMATOLÓGICOS MÉDIOS MENSAIS DE TEMPERATURA MÍNIMA ABSOLUTA PARA A ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DO RIO DE JANEIRO.....                                 | 5.1-21 |
| FIGURA 5.1-14 - DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES CLIMATOLÓGICOS MÉDIOS MENSAIS DE TEMPERATURA PARA A ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE SANTA CRUZ.....                                                     | 5.1-22 |
| FIGURA 5.1-15 - DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES CLIMATOLÓGICOS MÉDIOS MENSAIS DE TEMPERATURA PARA A ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE ANGRA DOS REIS. ....                                                | 5.1-22 |
| FIGURA 5.1-16 - DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES CLIMATOLÓGICOS MÉDIOS MENSAIS DE UMIDADE RELATIVA PARA A ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DO RIO DE JANEIRO. ....                                           | 5.1-23 |
| FIGURA 5.1-17 - DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES CLIMATOLÓGICOS MÉDIOS MENSAIS DE PRECIPITAÇÃO PARA A ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DO RIO DE JANEIRO. ....                                               | 5.1-25 |
| FIGURA 5.1-18 - DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES CLIMATOLÓGICOS MÉDIOS MENSAIS DE PRECIPITAÇÃO MÁXIMA EM 24 H PARA A ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DO RIO DE JANEIRO. ....                                | 5.1-25 |
| FIGURA 5.1-19 - DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES CLIMATOLÓGICOS MÉDIOS MENSAIS DE PRECIPITAÇÃO PARA A ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE SANTA CRUZ.....                                                    | 5.1-26 |
| FIGURA 5.1-20 - DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES CLIMATOLÓGICOS MÉDIOS MENSAIS DE PRECIPITAÇÃO PARA A ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE ANGRA DOS REIS. ....                                               | 5.1-26 |
| FIGURA 5.1-21 - DISTRIBUIÇÃO DA PRECIPITAÇÃO SOBRE O ESTADO DO RIO DE JANEIRO. ....                                                                                                       | 5.1-27 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| FIGURA 5.1-22 - DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES CLIMATOLÓGICOS MÉDIOS MENSIS DE EVAPORAÇÃO PARA A ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DO RIO DE JANEIRO. ....                                                                                                                                                                       | 5.1-28 |
| FIGURA 5.1-23 - DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES CLIMATOLÓGICOS MÉDIOS MENSIS DE INSOLAÇÃO PARA A ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DO RIO DE JANEIRO. ....                                                                                                                                                                        | 5.1-29 |
| FIGURA 5.1-24 – LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS. ....                                                                                                                                                                                                                                                  | 5.1-34 |
| FIGURA 5.1-25 - DISTRIBUIÇÃO DA PRESSÃO ATMOSFÉRICA MENSAL NA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DA MARAMBAIA. PERÍODO 2003 A 2008. ....                                                                                                                                                                                    | 5.1-35 |
| FIGURA 5.1-26 - DISTRIBUIÇÃO DA PRESSÃO ATMOSFÉRICA HORÁRIA NA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DA MARAMBAIA. PERÍODO 2003 A 2008. ....                                                                                                                                                                                   | 5.1-36 |
| FIGURA 5.1-27 - DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA DO AR MÁXIMA, MÉDIA DAS MÁXIMAS, MÉDIA, MÉDIA DAS MÍNIMAS E MÍNIMA MENSAL NA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DA MARAMBAIA. PERÍODO 2003 A 2008. ....                                                                                                                         | 5.1-37 |
| FIGURA 5.1-28 - DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA DO AR HORÁRIA NA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DA MARAMBAIA. PERÍODO 2003 A 2008. ....                                                                                                                                                                                     | 5.1-38 |
| FIGURA 5.1-29 - DISTRIBUIÇÃO DA UMIDADE RELATIVA DO AR MÉDIA MENSAL E MÉDIA DAS MÍNIMAS NA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DA MARAMBAIA. PERÍODO 2003 A 2008. ....                                                                                                                                                       | 5.1-39 |
| FIGURA 5.1-30 - DISTRIBUIÇÃO DA UMIDADE RELATIVA DO AR MÉDIA HORÁRIA NA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DA MARAMBAIA. PERÍODO 2003 A 2008. ....                                                                                                                                                                          | 5.1-40 |
| FIGURA 5.1-31 - DISTRIBUIÇÃO DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA TOTAL MENSAL NA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DA MARAMBAIA. PERÍODO 2003 A 2008. ....                                                                                                                                                                       | 5.1-41 |
| FIGURA 5.1-32 - DISTRIBUIÇÃO DA VELOCIDADE DO VENTO MÁXIMA MENSAL E MÉDIA MENSAL (M/S) NA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DA MARAMBAIA. PERÍODO 2003 A 2008. ....                                                                                                                                                        | 5.1-42 |
| FIGURA 5.1-33 - VELOCIDADE DO VENTO MÁXIMA, MÉDIA (M/S) E CALMARIA (%) EM FUNÇÃO DA HORA DO DIA NA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DA MARAMBAIA. PERÍODO 2003 A 2008. ....                                                                                                                                               | 5.1-43 |
| FIGURA 5.1-34 - MAPA TECTÔNICO DA REGIÃO SUDESTE DO BRASIL. SIMPLIFICADO DE HEILBRON ET AL. (2000), FERRARI (1990) E MOHRIAK & BARROS (1990). ....                                                                                                                                                             | 5.1-46 |
| FIGURA 5.1-35 - PRINCIPAIS FEIÇÕES TECTÔNICAS FANEROZÓICAS DO SUDESTE DO BRASIL, DESTACANDO O MAGMATISMO BASÁLTICO CONTEMPORÂNEO COM A FRAGMENTAÇÃO DO GONDWANA, O MAGMATISMO ALCALINO E AS BACIAS TERCIÁRIAS QUE CONSTITUEM O RIFT CONTINENTAL DO SUDESTE DO BRASIL, SEGUNDO FERRARI & RICCOMINI (2000). .... | 5.1-49 |
| FIGURA 5.1-36- PRINCIPAIS FEIÇÕES E PROVÍNCIAS ESTRUTURAIS DA FASE RIFTE DAS BACIAS DE SANTOS E CAMPOS. FONTE: MEISLING ET AL., 2001. ....                                                                                                                                                                     | 5.1-50 |
| FIGURA 5.1-37- MAPA TECTÔNICO DO GRÁBEN DA GUANABARA E ARREDORES. ....                                                                                                                                                                                                                                         | 5.1-51 |
| FIGURA 5.1-38 - ALINHAMENTO MAGMÁTICO DE CABO FRIO - CONTROLE TECTÔNICO DAS INTRUSÕES, SEGUNDO RICCOMINI ET AL., 2005. ....                                                                                                                                                                                    | 5.1-52 |
| FIGURA 5.1-39 - RELAÇÕES ENTRE A ESTRATIGRAFIA E A TECTÔNICA NO RIFTE CONTINENTAL DO SUDESTE DO BRASIL. .                                                                                                                                                                                                      | 5.1-53 |
| FIGURA 5.1-40 - INTERPRETAÇÃO MORFOESTRUTURAL DA PORÇÃO OCIDENTAL DO GRÁBEN DA GUANABARA. ....                                                                                                                                                                                                                 | 5.1-54 |
| FIGURA 5.1-41 - FASES TECTÔNICAS CENOZÓICAS DO SUDESTE DO BRASIL, RECONHECIDAS EM DIFERENTES ÁREAS. ....                                                                                                                                                                                                       | 5.1-55 |
| FIGURA 5.1-42 - MODELO DIGITAL DO RELEVO DO ENTORNO DA BAÍA DE SEPETIBA. ....                                                                                                                                                                                                                                  | 5.1-57 |
| FIGURA 5.1-43 - ESTRUTURAS TECTÔNICAS E LINEAMENTOS ESTRUTURAIS DA ILHA DA MADEIRA. ....                                                                                                                                                                                                                       | 5.1-58 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| FIGURA 5.1-44 – MIGMATITO ESTROMÁTICO INSERIDO EM ROCHA GRANITÓIDE. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 5.1-67 |
| FIGURA 5.1-45 – PALEODIQUES BÁSICOS, DEFORMADOS E METAMORFIZADOS (METABASITOS), EM ROCHAS GRANITÓIDES DO<br>BATÓLITO SERRA DOS ÓRGÃOS. PEDREIRA SEPETIBA. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 5.1-68 |
| FIGURA 5.1-46 – AMOSTRA DE MÃO DE ROCHA GRANITÓIDE DO BATÓLITO SERRA DOS ÓRGÃOS, MOSTRANDO VARIAÇÃO EM<br>COR, DE CINZA CLARO PARA VERDE GARRAFA, EM FACE À POSSÍVEL CHARNOCKITIZAÇÃO METASSOMÁTICA. PEDREIRA<br>SEPETIBA. ....                                                                                                                                                                                                                    | 5.1-68 |
| FIGURA 5.1-47 - MIGMATITO ESTROMÁTICO COM INJEÇÕES DE ROCHA GRANITÓIDE. UNIDADE RIO NEGRO. PEDREIRA<br>DESATIVADA (NORTE) NO PORTO DE SEPETIBA.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 5.1-69 |
| FIGURA 5.1-48 - ROCHA GRANITÓIDE DO COMPLEXO ILHA DA MADEIRA. COSTÃO LITORÂNEO SUDOESTE DA ILHA. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 5.1-70 |
| FIGURA 5.1-49 - COSTÃO ROCHOSO DE LITOLOGIA DO COMPLEXO ILHA DA MADEIRA, MOSTRANDO COLORAÇÃO VIOLETA NA<br>LINHA D'ÁGUA, COMO O OBSERVADO EM ROCHAS CHARNOCKÍTICAS DA REGIÃO. LITORAL DO SETOR SUDOESTE DA ILHA<br>DA MADEIRA. ....                                                                                                                                                                                                                | 5.1-71 |
| FIGURA 5.1-50 - PEDREIRA DESATIVADA NO PORTO DE SEPETIBA COM FRATURAS DE ALÍVIO SUB-HORIZONTAIS. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 5.1-72 |
| FIGURA 5.1-51 - JUNTAS DE RESFRIAMENTO ORTOGONAIS A DIREÇÃO DE DIQUE DE DIABÁSIO (N65O E). PEDREIRA<br>SEPETIABA, ILHA DA MADEIRA. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 5.1-73 |
| FIGURA 5.1-52 - CONTOURNO DAS PROJEÇÕES POLARES DOS PANOS DE FOLIAÇÃO METAMÓRFICA IDENTIFICADOS NAS<br>UNIDADES LITOLÓGICAS DO EMBASAMENTO GRANÍTICO-GNÁISSICO DA ILHA DA MADEIRA.....                                                                                                                                                                                                                                                             | 5.1-74 |
| FIGURA 5.1-53 - FOLIAÇÃO METAMÓRFICA, DESTACADA À DISTÂNCIA PELA ORIENTAÇÃO DE METABASITOS (FAIXAS ESCURAS)<br>PRESENTES NA UNIDADE BATÓLITO SERRA DOS ÓRGÃOS. PEDREIRA SEPETIBA, ILHA DA MADEIRA. ....                                                                                                                                                                                                                                            | 5.1-74 |
| FIGURA 5.1-54 - DIQUES DE DIABÁSIO DE DIREÇÃO NE-SW E ESPESSURA MÉTRICA A DECIMÉTRICA, CORTANDO<br>ORTOGNAISSES DO BATÓLITO SERRA DOS ÓRGÃOS. PEDREIRA SEPETIBA, ILHA DA MADEIRA. ....                                                                                                                                                                                                                                                             | 5.1-75 |
| FIGURA 5.1-55 - A. (ESQUERDA) DIQUE DE DIABÁSIO, COM ATITUDE N70E/85NW, COM 2 METROS DE ESPESSURA,<br>CORTANDO O BATÓLITO SERRA DOS ÓRGÃOS. PEDREIRA SEPETIBA, ILHA DA MADEIRA. B. (DIREITA) DIQUE DE DIABÁSIO,<br>DE DIREÇÃO E-W/85N, COM 15 CM DE ESPESSURA, CORTANDO O COMPLEXO ILHA DA MADEIRA. COSTÃO ROCHOSO<br>NA PORÇÃO SW DA ILHA DA MADEIRA.....                                                                                         | 5.1-76 |
| FIGURA 5.1-56 - DIQUE DE DIABÁSIO DE DIREÇÃO N80E/80SE, COM 3 METROS DE ESPESSURA, CORTANDO LITOLOGIA DO<br>BATÓLITO SERRA DOS ÓRGÃOS. PEDREIRA SEPETIBA, ILHA DA MADEIRA. ....                                                                                                                                                                                                                                                                    | 5.1-76 |
| FIGURA 5.1-57 - PROJEÇÃO CICLOGRÁFICA DE PLANOS DE FALHAS SECUNDÁRIAS IDENTIFICADAS NA BORDA E NO INTERIOR DOS<br>DIQUES DE DIABÁSIO DA PEDREIRA SEPETIBA, MOSTRANDO O CAMPO DE PALEOTENSÕES RESPONSÁVEL PELO CONTROLE<br>DE SUA INTRUSÃO. S1 - DIREÇÃO DE COMPRESSÃO MÁXIMA, S2 - DIREÇÃO DE COMPRESSÃO INTERMEDIÁRIA E S3 -<br>DIREÇÃO DE COMPRESSÃO MÍNIMA. EM VERMELHO ORIENTAÇÃO MÉDIA DOS DIQUES DE DIABÁSIO NA PEDREIRA. ....               | 5.1-77 |
| FIGURA 5.1-58 - BRECHA TECTÔNICA SILICIFICADA CORTANDO ROCHAS DO BATÓLITO SERRA DOS ÓRGÃOS. SETOR SUDOESTE<br>DA ILHA DA MADEIRA. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 5.1-78 |
| FIGURA 5.1-59 - PLANO DE FALHA INTERNO À BRECHA TECTÔNICA SILICIFICADA COM ESTRIAS SUBHORIZONTAIS.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 5.1-79 |
| FIGURA 5.1-60 - PROJEÇÃO CICLOGRÁFICA DE PLANOS DE FALHAS SECUNDÁRIAS IDENTIFICADAS NA BORDA E NO INTERIOR DAS<br>OCORRÊNCIAS DE BRECHAS TECTÔNICAS SILICIFICADAS, MOSTRANDO O CAMPO DE PALEOTENSÕES RESPONSÁVEL PELO<br>CONTROLE DE SUA INTRUSÃO. S1 - DIREÇÃO DE COMPRESSÃO MÁXIMA, S2 - DIREÇÃO DE COMPRESSÃO INTERMEDIÁRIA<br>E S3 - DIREÇÃO DE COMPRESSÃO MÍNIMA. EM VERMELHO ORIENTAÇÃO MÉDIA DAS BRECHAS TECTÔNICAS SILICIFICADAS.<br>..... | 5.1-79 |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| FIGURA 5.1-61 - FAMÍLIAS DE FRATURAS, DOMINANTEMENTE SEM PREENCHIMENTO, IDENTIFICADAS NA ILHA DA MADEIRA.<br>.....                                                                                                                                                                                                                                  | 5.1-81  |
| FIGURA 5.1-62 – SEÇÃO ESTRATIGRÁFICA DA ÁREA SUBMERSA DA ADA.....                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 5.1-82  |
| FIGURA 5.1-63 - DISTRIBUIÇÃO DAS AMOSTRAS SUPERFICIAIS DE SEDIMENTOS DOS TESTEMUNHOS DA ÁREA DO<br>EMPREENDIMENTO .....                                                                                                                                                                                                                             | 5.1-83  |
| FIGURA 5.1-64 - DISTRIBUIÇÃO DAS AMOSTRAS, NO ESTRATO -1,5 M, DE SEDIMENTOS DOS TESTEMUNHOS DA ÁREA DO<br>EMPREENDIMENTO. ....                                                                                                                                                                                                                      | 5.1-83  |
| FIGURA 5.1-65 - DISTRIBUIÇÃO DAS AMOSTRAS, NO ESTRATO DE -3,0 M, DE SEDIMENTOS DOS TESTEMUNHOS DA ÁREA DO<br>EMPREENDIMENTO. ....                                                                                                                                                                                                                   | 5.1-84  |
| FIGURA 5.1-66 - DISTRIBUIÇÃO DAS AMOSTRAS, NO ESTRATO DE -6,0 M, DE SEDIMENTOS DOS TESTEMUNHOS DA ÁREA DO<br>EMPREENDIMENTO. ....                                                                                                                                                                                                                   | 5.1-85  |
| FIGURA 5.1-67 - DISTRIBUIÇÃO DAS AMOSTRAS, NO ESTRATO DE -12,0 M, DE SEDIMENTOS DOS TESTEMUNHOS DA ÁREA DO<br>EMPREENDIMENTO .....                                                                                                                                                                                                                  | 5.1-85  |
| FIGURA 5.1-68 - DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DE SISMOS NO QUADRÂNGULO ENTRE 54-36° W E 26-13° S. ....                                                                                                                                                                                                                                                      | 5.1-89  |
| FIGURA 5.1-69 - DISTRIBUIÇÃO DE TERREMOTOS NO QUADRÂNGULO ENTRE 54-36°W E 24-13°S. AS LINHAS EM CINZA-<br>ESCURO DENOTAM OS PRINCIPAIS TRAÇOS DE FALHAS E LINEAMENTOS NA REGIÃO. ....                                                                                                                                                               | 5.1-90  |
| FIGURA 5.1-70 - PROVÍNCIAS ESTRUTURAIS DO BRASIL, SEGUNDO ALMEIDA ET AL. (1977, EXT. DE SCHOBENHAUS, 2002).<br>.....                                                                                                                                                                                                                                | 5.1-91  |
| FIGURA 5.1-71 - DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DE SISMOS MAIORES QUE 3,5 GRAUS DE MAGNITUDE NO QUADRÂNGULO ENTRE<br>54-36° W E 26-13° S. ....                                                                                                                                                                                                                | 5.1-92  |
| FIGURA 5.1-72 - DISTRIBUIÇÃO DE TERREMOTOS MAIORES QUE 3.5 GRAUS DE MAGNITUDE NO QUADRÂNGULO ENTRE 47-<br>41°W E 26-20°S. OS CÍRCULOS EM TORNO DA ILHA DA MADEIRA TÊM SEUS RAIOS APROXIMADOS INDICADOS EM<br>VERMELHO. AS LINHAS EM CINZA-ESCURO DENOTAM OS PRINCIPAIS TRAÇOS DE FALHAS E LINEAMENTOS NA REGIÃO.<br>.....                           | 5.1-92  |
| FIGURA 5.1-73 - ZONAS SISMOGÊNICAS NA ÁREA EM TORNO DO EMPREENDIMENTO DA ILHA DA MADEIRA, ITAGUAÍ, RJ<br>(MIOTO, 1993) .....                                                                                                                                                                                                                        | 5.1-94  |
| FIGURA 5.1-74 - ISOSSISTAS DO EVENTO DE 27/01/1922. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 5.1-96  |
| FIGURA 5.1-75 - ISOSSISTAS DO EVENTO DE 24/10/1972. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 5.1-97  |
| FIGURA 5.1-76 - ISOSSISTAS DO EVENTO DE 31/07/1861. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 5.1-97  |
| FIGURA 5.1-77 - ISOSSISTAS DO EVENTO DE 09/05/1886. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 5.1-98  |
| FIGURA 5.1-78 - ISOSSISTAS DO EVENTO DE 23/03/1967. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 5.1-99  |
| FIGURA 5.1-79 - MAPA TECTÔNICO SIMPLIFICADO DA REGIÃO DE MONSUABA MOSTRANDO FALHAS PRINCIPAIS (LINHAS MAIS<br>ESPESAS); FRATURAS (LINHAS FINAS E TRACEJADAS); LINEAMENTOS (TRACEJADO ESPESSE). MANCHAS RESTRITAS DE<br>DEPÓSITOS QUATERNÁRIOS (ÁREAS PONTILHADAS) OCORREM DIRETAMENTE SOBRE O EMBASAMENTO. (EXT. DE<br>BERROCAL ET AL., 1993). .... | 5.1-99  |
| FIGURA 5.1-80 - MAPA DE ISOSSISTAS DO EVENTO PRINCIPAL (MAGNITUDE 3), DE 23/12/1988, DO ENXAME DE<br>MONSUABA; OS ALGARISMOS ARÁBICOS INDICAM INTENSIDADE MM (EXT. DE BERROCAL ET AL., 1993). ....                                                                                                                                                  | 5.1-101 |
| FIGURA 5.1-81 - RISCO SÍSMICO NA PROVÍNCIA SISMOTECTÔNICA DO EMBASAMENTO PRÉ-CAMBRIANO PARA VALORES<br>CUMULATIVOS DE MAGNITUDE E INTERVALOS DE TEMPO DE 1 A 100 ANOS (BERROCAL ET AL., 1996). ....                                                                                                                                                 | 5.1-103 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                  |         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| FIGURA 5.1-82 -PROCESSOS EROSIVOS (PRINCIPALMENTE LAMINARES) EM DE CORTE DA ESTRADA. ....                                                                                                                                                                        | 5.1-106 |
| FIGURA 5.1-83 - VEGETAÇÃO DE MANGUEZAL SOBRE SOLOS GLEY SALINOS TIOMÓRFICOS (UNIDADE 3).....                                                                                                                                                                     | 5.1-112 |
| FIGURA 5.1-84 - CAMBISSOLOS EM ÁREAS DE ALTAS ALTITUDES NA ESTRADA JOSÉ MIRANDA OLIVEIRA (A); CAMBISSOLO SOBRE SAPROLITO (B); LITOSSOLOS COM COBERTURA VEGETAL NÃO ORIGINAL (C); AFLORAMENTOS ROCHOSOS SEM E COM COBERTURA VEGETAL (RESPECTIVAMENTE D E E). .... | 5.1-117 |
| FIGURA 5.1-85 - VISTA GERAL DAS UNIDADES DE PREDOMINÂNCIA DE CAMBISSOLOS E SUAS ASSOCIAÇÕES, VERIFICA-SE A AUSÊNCIA DE VISÍVEL DE PROCESSOS EROSIVOS ATUAIS. ....                                                                                                | 5.1-118 |
| FIGURA 5.1-86 - ANTIGA ÁREA DE EMPRÉSTIMO, COM VESTÍGIO DE CICATRIZES PRETÉRITAS, JÁ EM FASE DE COLONIZAÇÃO PELA VEGETAÇÃO. ....                                                                                                                                 | 5.1-119 |
| FIGURA 5.1-87 - SOLOS COLUVIONARES QUE OCORREM NO NORTE DA ILHA DA MADEIRA. COMPOSIÇÃO ARGILO-ARENOSO, DE COLORAÇÃO AMARELADA A AVERMELHADA, ESPESSE E COM BOA PLASTICIDADE. OCORRE ROCHA SÃ NA BASE. ...                                                        | 5.1-127 |
| FIGURA 5.1-88 - SOLOS COLUVIONARES QUE OCORREM NA PORÇÃO NORTE DA ILHA DA MADEIRA, ARGILO-ARENOSOS, AVERMELHADO, COM BOA PLASTICIDADE, ESPESOS E BEM DRENADOS. ....                                                                                              | 5.1-127 |
| FIGURA 5.1-89 - AFLORAMENTO DE ROCHA GRANÍTICA NA DRENAGEM À DIREITA DO EMBOQUE NORTE DA ILHA DA MADEIRA ONDE SE OBSERVA A PRESENÇA DE ÁGUA. TOPO ROCHOSO, MACIÇO E NÃO FRATURADO. ....                                                                          | 5.1-127 |
| FIGURA 5.1-90 - GRANITO POUCO FRATURADO SUPERFICIALMENTE PASSANDO A ROCHA SÃ NÃO FRATURADA. ....                                                                                                                                                                 | 5.1-127 |
| FIGURA 5.1-91 - VISTA DO EMBOQUE NORTE, ONDE SE OBSERVA FLORAMENTOS DE ROCHA SÃ E MACIÇA. ....                                                                                                                                                                   | 5.1-128 |
| FIGURA 5.1-92 - SUL DA ILHA DA MADEIRA. LOCAL DE SAÍDA DO EMBOQUE SUL ENTRE NO DIVISOR DE ÁGUAS ENTRE OS TALVEGUES À DIREITA E À ESQUERDA. ....                                                                                                                  | 5.1-128 |
| FIGURA 5.1-93 - NASCENTE E BARRAGEM DE 0,7 M DE ALTURA. LADO OESTE DO EMBOQUE SUL DO TÚNEL.....                                                                                                                                                                  | 5.1-129 |
| FIGURA 5.1-94 - SOLOS COLUVIONARES ESPESOS NO EMBOQUE SUL. TALUDES REMANESCENTES DE RETIRADA DE MATERIAL. ....                                                                                                                                                   | 5.1-129 |
| FIGURA 5.1-95 - BLOCOS DE GRANITO EM PROCESSO DE ESFOLIAÇÃO NO EMBOQUE SUL DO TÚNEL. ....                                                                                                                                                                        | 5.1-129 |
| FIGURA 5.1-96 - BLOCOS E MATAÇÕES ARREDONDADOS DE GRANITO, ENCAIXADOS EM SOLO COLUVIONAR.....                                                                                                                                                                    | 5.1-129 |
| FIGURA 5.1-97 - LINHA DE DRENAGEM DO TALVEGUE LESTE NO EMBOQUE SUL DO TÚNEL, ONDE SE OBSERVA A EXISTÊNCIA DE BLOCOS E MATAÇÕES DE GRANITO MPEDINDO O AVANÇO DA EROSIÃO. ....                                                                                     | 5.1-130 |
| FIGURA 5.1-98 - MACIÇO GRANÍTICO ALTERADO LOCALIZADO NA LINHA DE DRENAGEM LESTE DO EMBOQUE SUL DO TÚNEL. ....                                                                                                                                                    | 5.1-130 |
| FIGURA 5.1-99 - SOLOS COLUVIONARES QUE OCORREM NO EMBOQUE NORTE. A OCORRÊNCIA DE BLOCOS É BEM MENOR QUE NO EMBOQUE SUL.....                                                                                                                                      | 5.1-130 |
| FIGURA 5.1-100 - BLOCOS RAROS PORÉM MUITO GRANDES E PARCIALMENTE ENTERRADOS NO SOLO COLUVIONAR ESPESSE DO EMBOQUE NORTE.....                                                                                                                                     | 5.1-130 |
| FIGURA 5.1-101 - SOLO COLUVIONAR ESPESSE QUE OCORRE NO EMBOQUE NORTE. ESTE PONTO ESTÁ LOCALIZADO NA ANTIGA ESTRADA DA ILHA DA MADEIRA QUE PODERÁ SER UTILIZADA PARA ACESSO ÀS SONDAGENS DO TÚNEL.....                                                            | 5.1-131 |
| FIGURA 5.1-102 - ANTIGA ESTRADA COM TALUDES DE DOIS METROS DE ALTURA, ESTÁVEIS.....                                                                                                                                                                              | 5.1-131 |
| FIGURA 5.1-103 - VISTA DO EMBOQUE NORTE PARA A SERRA DO MAR, ONDE SE OBSERVA EM PRIMEIRO PLANO A ÁREA ATERRADA E, AO FUNDO, MANGUEZAL ATÉ O RIO CAÇÃO. ....                                                                                                      | 5.1-132 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                    |         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| FIGURA 5.1-104 - IMAGEM QUICK BIRD COM A LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE ESTUDO E DAS LINHAS DE LEVANTAMENTO GEOFÍSICO.....                                                                                                                                                               | 5.1-134 |
| FIGURA 5.1-105 - LIMPEZA DA ÁREA PARA A REALIZAÇÃO DO LEVANTAMENTO GEOFÍSICO. ....                                                                                                                                                                                                 | 5.1-139 |
| FIGURA 5.1-106 - CAMINHAMENTO PARA PERFILAGEM GEOFÍSICA.....                                                                                                                                                                                                                       | 5.1-139 |
| FIGURA 5.1-107 - CAMINHAMENTO PARA PERFILAGEM GEOFÍSICA.....                                                                                                                                                                                                                       | 5.1-139 |
| FIGURA 5.1-108 - DETALHE DO EQUIPAMENTO.....                                                                                                                                                                                                                                       | 5.1-139 |
| FIGURA 5.1-109 - DETALHE DO GEORRADAR.....                                                                                                                                                                                                                                         | 5.1-139 |
| FIGURA 5.1-110 - DETALHE DO GEORRADAR.....                                                                                                                                                                                                                                         | 5.1-139 |
| FIGURA 5.1-111 - CONFERÊNCIA DOS DADOS OBTIDOS EM UMA PERFILAGEM.....                                                                                                                                                                                                              | 5.1-140 |
| FIGURA 5.1-112 - DETALHE NO MONITOR DO NOTEBOOK DA REALIZAÇÃO DE UMA PERFILAGEM GEOFÍSICA.....                                                                                                                                                                                     | 5.1-140 |
| FIGURA 5.1-113 - VISUALIZAÇÃO DO TRAÇO DA ONDA EM QUE SE PROPAGA NOS MATERIAIS ROCHOSOS.....                                                                                                                                                                                       | 5.1-141 |
| FIGURA 5.1-114 – RADARGRAMA DA LINHA 1A NA ÁREA SUL.....                                                                                                                                                                                                                           | 5.1-142 |
| FIGURA 5.1-115 - RADARGRAMA DA LINHA 1B NA ÁREA SUL.....                                                                                                                                                                                                                           | 5.1-143 |
| FIGURA 5.1-116 - RADARGRAMA DA LINHA 2 NA ÁREA SUL.....                                                                                                                                                                                                                            | 5.1-143 |
| FIGURA 5.1-117 - RADARGRAMA DA LINHA 3 NA ÁREA SUL.....                                                                                                                                                                                                                            | 5.1-143 |
| FIGURA 5.1-118 - RADARGRAMA DA LINHA 4 NA ÁREA SUL.....                                                                                                                                                                                                                            | 5.1-144 |
| FIGURA 5.1-119 - RADARGRAMA DA LINHA 5 NA ÁREA SUL.....                                                                                                                                                                                                                            | 5.1-144 |
| FIGURA 5.1-120 - RADARGRAMA DA LINHA 6 NA ÁREA SUL.....                                                                                                                                                                                                                            | 5.1-145 |
| FIGURA 5.1-121 - RADARGRAMA DA LINHA 1 NA ÁREA NORTE.....                                                                                                                                                                                                                          | 5.1-146 |
| FIGURA 5.1-122 - RADARGRAMA DA LINHA 2 NA ÁREA NORTE.....                                                                                                                                                                                                                          | 5.1-146 |
| FIGURA 5.1-123 - RADARGRAMA DA LINHA 3 NA ÁREA NORTE.....                                                                                                                                                                                                                          | 5.1-147 |
| FIGURA 5.1-124 - RADARGRAMA DA LINHA 4A NA ÁREA NORTE.....                                                                                                                                                                                                                         | 5.1-147 |
| FIGURA 5.1-125 - RADARGRAMA DA LINHA 4B NA ÁREA NORTE.....                                                                                                                                                                                                                         | 5.1-148 |
| FIGURA 5.1-126 - RADARGRAMA DA LINHA 5 NA ÁREA NORTE.....                                                                                                                                                                                                                          | 5.1-148 |
| FIGURA 5.1-127 - PRAIA DE FORA, NA ÁREA URBANA CENTRAL.....                                                                                                                                                                                                                        | 5.1-164 |
| FIGURA 5.1-128 - PRAIA DO SACO DE DENTRO, COM ENROCAMENTO E CANALIZAÇÕES DE ÁGUAS SERVIDAS E ÁGUA PLUVIAIS.....                                                                                                                                                                    | 5.1-164 |
| FIGURA 5.1-129 - FÓZ DO CAÇÃO VISTA DA PRAIA DO SACO DE DENTRO.....                                                                                                                                                                                                                | 5.1-168 |
| FIGURA 5.1-130 - MANGUE COLONIZANDO A FRENTE DAS PRAIAS DA MARIQUITA E DO CAPITÃO VISTO DA PRAIA DO SACO DE DENTRO.....                                                                                                                                                            | 5.1-168 |
| FIGURA 5.1-131 - MANGUE DENTRO DO COMPLEXO PORTUÁRIO (ÁREA DO ANTIGO SACO DO ENGENHO).....                                                                                                                                                                                         | 5.1-168 |
| FIGURA 5.1-132 - MANGUE DENTRO DO COMPLEXO PORTUÁRIO, NO DETALHE MANILHA DE DRENO DO CANAL QUE PASSA AO ATRÁS DO PÁTIO DA CSN.....                                                                                                                                                 | 5.1-168 |
| FIGURA 5.1-133 - DRENO DO LAGO DE DECANTAÇÃO DA INGÁ: NA FOTO A LAGO, NA FOTO B SAÍDA DO DRENO; NA FOTO C SENTIDO DA CANALIZAÇÃO SOB A ESTRADA DE ACESSO À INGÁ E À ILHA DA MADEIRA; NA FOTO D CANALIZAÇÃO DO OUTRO LADO DA ESTRADA, E NA FOTO E O DESÁGUE NO MANGUE DO CAÇÃO..... | 5.1-169 |
| FIGURA 5.1-134 - CICATRIZES DE MOVIMENTOS DE MASSA DEMARCADOS SOBRE AEROFOTO.....                                                                                                                                                                                                  | 5.1-171 |
| FIGURA 5.1-135 – MICROBACIAS DA ILHA DA MADEIRA.....                                                                                                                                                                                                                               | 5.1-192 |

|                                                                                                                                                                                                    |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| FIGURA 5.1-136 – AFLORAMENTO DE ÁGUA NA BACIA 8, VISTA NO CORTE DA ESTRADA JOSÉ MIRANDA OLIVEIRA (A). O ESCOAMENTO DA DRENAGEM É DESVIADO PARA UMA VALA (B) E DISPERSANDO-SE PELA ESTRADA (C)..... | 5.1-193 |
| FIGURA 5.1-137 - SISTEMA DE CAPTAÇÃO DE ÁGUAS DE NASCENTES NA PRAIA DO SACO DE DENTRO.....                                                                                                         | 5.1-195 |
| FIGURA 5.1-138 - CANALIZAÇÃO DE ÁGUAS SERVIDAS PARA A PRAIA DO SACO DE DENTRO, LOCALIZADA DO OUTRO LADO DA ESTRADA. ....                                                                           | 5.1-195 |
| FIGURA 5.1-139 - ÁREA DE EMPRÉSTIMO DENTRO DO COMPLEXO PORTUÁRIO, INSERIDA NA BACIA 3, ONDE IDENTIFICOU-SE CICATRIZES DE ESCORREGAMENTOS ATRAVÉS DE FOTOINTERPRETAÇÃO (AEROFOTO USAF, 65). ....    | 5.1-196 |
| FIGURA 5.1-140 - CANAL DA GUARDA NO CRUZAMENTO DA BR 101 – AO FUNDO A PONTE DA BR. ....                                                                                                            | 5.1-220 |
| FIGURA 5.1-141 - PONTE DA CSA SOBRE O CANAL DE SÃO FRANCISCO – VISÃO AO SUL, COM INSTALAÇÕES DA CSA. ....                                                                                          | 5.1-222 |
| FIGURA 5.1-142 - CANAL DE SÃO FRANCISCO NO CRUZAMENTO COM A BR101.....                                                                                                                             | 5.1-222 |
| FIGURA 5.1-143 - RIO GUANDU, COM A FORMAÇÃO DA LAGOA DO GUANDU E OS PONTOS DE CONFLUÊNCIA COM OS RIOS DOS POÇOS E IPIRANGA. ....                                                                   | 5.1-223 |
| FIGURA 5.1-144 - CANAL DO GUANDU, NO CRUZAMENTO COM A BR 101.....                                                                                                                                  | 5.1-224 |
| FIGURA 5.1-145 - ÍNDICE DE SENSIBILIDADE LITORÂNEA .....                                                                                                                                           | 5.1-245 |
| FIGURA 5.1-146 - PERFIL ESQUEMÁTICO DA ESTRATIGRAFIA DOS SEDIMENTOS QUE FORMAM O AQUIFERO PIRANEMA NA ÁREA DOS AREAIS.....                                                                         | 5.1-249 |
| FIGURA 5.1-147 – VARIAÇÕES DO NÍVEL DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NOS AREAIS. FONTE: TUBBS E YOSHINAGA (2005). ....                                                                                          | 5.1-250 |
| FIGURA 5.1-148 – VARIAÇÕES DO NÍVEL DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NA PIRANEMA. FONTE: BARBOSA (2005).....                                                                                                    | 5.1-251 |
| FIGURA 5.1-149 – MAPA POTENCIOMÉTRICO DA REGIÃO DO AQUIFERO PIRANEMA. FONTE: TUBBS (2005), MODIFICADO A PARTIR DA ELETROBOLT (2003). ....                                                          | 5.1-252 |
| FIGURA 5.1-150 – RELAÇÃO ENTRE AS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS E O RIO GUANDU. FONTE: TUBBS, 2005. ....                                                                                                      | 5.1-253 |
| FIGURA 5.1-151 – PONTO 1 DE MEDIÇÃO DE RUÍDO DE FUNDO.....                                                                                                                                         | 5.1-257 |
| FIGURA 5.1-152 – PONTO 1 DE MEDIÇÃO DE RUÍDO DE FUNDO.....                                                                                                                                         | 5.1-257 |
| FIGURA 5.1-153 – PONTO 1 DE MEDIÇÃO DE RUÍDO DE FUNDO.....                                                                                                                                         | 5.1-257 |
| FIGURA 5.1-154 – PONTO 2 DE MEDIÇÃO DE RUÍDO DE FUNDO.....                                                                                                                                         | 5.1-257 |
| FIGURA 5.1-155 – PONTO 2 DE MEDIÇÃO DE RUÍDO DE FUNDO.....                                                                                                                                         | 5.1-257 |
| FIGURA 5.1-156 – PONTO 2 DE MEDIÇÃO DE RUÍDO DE FUNDO.....                                                                                                                                         | 5.1-257 |
| FIGURA 5.1-157 – PONTO 3 DE MEDIÇÃO DE RUÍDO DE FUNDO.....                                                                                                                                         | 5.1-258 |
| FIGURA 5.1-158 – PONTO 3 DE MEDIÇÃO DE RUÍDO DE FUNDO.....                                                                                                                                         | 5.1-258 |
| FIGURA 5.1-159 – PONTO 3 DE MEDIÇÃO DE RUÍDO DE FUNDO.....                                                                                                                                         | 5.1-258 |
| FIGURA 5.1-160 – PONTO 4 DE MEDIÇÃO DE RUÍDO DE FUNDO.....                                                                                                                                         | 5.1-258 |
| FIGURA 5.1-161 – PONTO 4 DE MEDIÇÃO DE RUÍDO DE FUNDO.....                                                                                                                                         | 5.1-258 |
| FIGURA 5.1-162 – PONTO 4 DE MEDIÇÃO DE RUÍDO DE FUNDO.....                                                                                                                                         | 5.1-258 |
| FIGURA 5.1-163 – PONTO 5 DE MEDIÇÃO DE RUÍDO DE FUNDO.....                                                                                                                                         | 5.1-259 |
| FIGURA 5.1-164 – PONTO 5 DE MEDIÇÃO DE RUÍDO DE FUNDO.....                                                                                                                                         | 5.1-259 |
| FIGURA 5.1-165 – PONTO 5 DE MEDIÇÃO DE RUÍDO DE FUNDO.....                                                                                                                                         | 5.1-260 |
| FIGURA 5.1-166 – PONTO 6 DE MEDIÇÃO DE RUÍDO DE FUNDO.....                                                                                                                                         | 5.1-260 |
| FIGURA 5.1-167 – PONTO 6 DE MEDIÇÃO DE RUÍDO DE FUNDO.....                                                                                                                                         | 5.1-260 |
| FIGURA 5.1-168 – PONTO 6 DE MEDIÇÃO DE RUÍDO DE FUNDO.....                                                                                                                                         | 5.1-260 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| FIGURA 5.1-169 – PONTO 7 DE MEDIÇÃO DE RUÍDO DE FUNDO.....                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 5.1-260 |
| FIGURA 5.1-170 – PONTO 7 DE MEDIÇÃO DE RUÍDO DE FUNDO.....                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 5.1-260 |
| FIGURA 5.1-171 – PONTO 8 DE MEDIÇÃO DE RUÍDO DE FUNDO.....                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 5.1-261 |
| FIGURA 5.1-172 – PONTO 8 DE MEDIÇÃO DE RUÍDO DE FUNDO.....                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 5.1-261 |
| FIGURA 5.1-173 – PONTO 8 DE MEDIÇÃO DE RUÍDO DE FUNDO.....                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 5.1-261 |
| FIGURA 5.1-174 - VALORES MEDIDOS PERÍODO DIURNO E NOTURNO.....                                                                                                                                                                                                                                                                              | 5.1-264 |
| FIGURA 5.1-175 – REPRESENTAÇÃO DO RELEVO DA REGIÃO DO PORTO DE ITAGUAÍ, CONFORME CONSIDERADO AO LONGO DO<br>PROCESSO DE SIMULAÇÃO. ....                                                                                                                                                                                                     | 5.1-269 |
| FIGURA 5.1-176 – REPRESENTAÇÃO DO RUÍDO ATUAL DO PORTO DE ITAGUAÍ. FONTES SONORAS REPRESENTANDO AS<br>ATIVIDADES DO PORTO, O TRÁFEGO DE VEÍCULOS, DENTRO E FORA DO PORTO, E AS OUTRAS FONTES QUE COMPÕEM O<br>AMBIENTE ACÚSTICO LOCAL (FONTES NATURAIS E DA COMUNIDADE). PERÍODO DIURNO: 07:00 AS 22:00.....                                | 5.1-270 |
| FIGURA 5.1-177 – REPRESENTAÇÃO DO RUÍDO ATUAL NOTURNO. FONTES SONORAS REPRESENTANDO AS ATIVIDADES DO<br>PORTO, O TRÁFEGO DE VEÍCULOS, DENTRO E FORA DO PORTO, E AS OUTRAS FONTES QUE COMPÕEM O AMBIENTE<br>ACÚSTICO LOCAL (FONTES NATURAIS E COMUNIDADE). PERÍODO NOTURNO: 22:00 AS 07:00.....                                              | 5.1-271 |
| FIGURA 5.1-178 – REPRESENTAÇÃO DO RUÍDO DIURNO DA REGIÃO DO PORTO DE ITAGUAÍ APÓS A INSTALAÇÃO DO<br>EMPREENHIMENTO. FONTES SONORAS REPRESENTANDO AS ATIVIDADES DO ESTALEIRO, O TRÁFEGO DE VEÍCULOS E AS<br>OUTRAS FONTES QUE COMPÕEM O AMBIENTE ACÚSTICO LOCAL (FONTES NATURAIS E DA COMUNIDADE). PERÍODO<br>DIURNO: 07:00 AS 22:00. ....  | 5.1-272 |
| FIGURA 5.1-179 – REPRESENTAÇÃO DO RUÍDO NOTURNO NA REGIÃO DO PORTO DE ITAGUAÍ APÓS A INSTALAÇÃO DO<br>EMPREENHIMENTO. FONTES SONORAS REPRESENTANDO AS ATIVIDADES DO ESTALEIRO, O TRÁFEGO DE VEÍCULOS E AS<br>OUTRAS FONTES QUE COMPÕEM O AMBIENTE ACÚSTICO LOCAL (FONTES NATURAIS E DA COMUNIDADE). PERÍODO<br>DIURNO: 22:00 AS 07:00. .... | 5.1-273 |
| FIGURA 5.1-180 – REPRESENTAÇÃO DO IMPACTO DA INSTALAÇÃO DO EMPREENHIMENTO SOBRE O AMBIENTE ACÚSTICO DA<br>REGIÃO. OS VALORES REPRESENTADOS PELAS CORES SÃO A QUANTIDADE DE dB QUE SE ESPERA AUMENTAR APÓS A<br>IMPLANTAÇÃO DO EMPREENHIMENTO. PERÍODO DIURNO: 07:00 AS 22:00. ....                                                          | 5.1-274 |
| FIGURA 5.1-181 – REPRESENTAÇÃO DO IMPACTO DA INSTALAÇÃO DO EMPREENHIMENTO SOBRE O AMBIENTE ACÚSTICO DA<br>REGIÃO. OS VALORES REPRESENTADOS PELAS CORES SÃO A QUANTIDADE DE dB QUE SE ESPERA AUMENTAR APÓS A<br>IMPLANTAÇÃO DO EMPREENHIMENTO. PERÍODO NOTURNO: 07:00 AS 22:00. ....                                                         | 5.1-275 |
| FIGURA 5.1-182– ESQUEMA ILUSTRATIVO DA DISTRIBUIÇÃO DE MASSAS D'ÁGUA NA BACIA DE SANTOS. FONTE: LEE ET<br>AL.(1991). ....                                                                                                                                                                                                                   | 5.1-279 |
| FIGURA 5.1-183 – BAÍAS DE SEPETIBA E DA ILHA GRANDE, COM AS ESTAÇÕES MAREGRÁFICAS. ....                                                                                                                                                                                                                                                     | 5.1-288 |
| FIGURA 5.1-184 - LOCALIZAÇÃO DOS DADOS DISPONÍVEIS NO BANCO DE DADOS DA MARINHA. EM AZUL SÃO APRESENTADOS<br>LOCAIS DE COLETA DE DADOS DE CORRENTES E EM VERMELHO LOCAIS DE COLETA DE DADOS DE CTD.....                                                                                                                                     | 5.1-290 |
| FIGURA 5.1-185 - LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES SELECIONADAS PARA ESSE RELATÓRIO. ....                                                                                                                                                                                                                                                            | 5.1-291 |
| FIGURA 5.1-186 - VETORES DE CORRENTE DAS ESTAÇÕES SELECIONADAS .....                                                                                                                                                                                                                                                                        | 5.1-292 |
| FIGURA 5.1-187 - LINHAS BATIMÉTRICAS E DE CONTORNO E PONTOS VETORIZADOS DA CARTA DE 1861.....                                                                                                                                                                                                                                               | 5.1-294 |
| FIGURA 5.1-188 - LINHAS BATIMÉTRICAS E DE CONTORNO E PONTOS VETORIZADOS DA CARTA DE 1935.....                                                                                                                                                                                                                                               | 5.1-295 |
| FIGURA 5.1-189 - LINHAS BATIMÉTRICAS E DE CONTORNO E PONTOS VETORIZADOS DA CARTA DE 2003.....                                                                                                                                                                                                                                               | 5.1-296 |
| FIGURA 5.1-190 – MDT RESULTANTE DOS DADOS DA CARTA NÁUTICA DE 1868. FONTE: SAMPAIO (2009).....                                                                                                                                                                                                                                              | 5.1-297 |

|                                                                                                                                                                                                             |         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| FIGURA 5.1-191 – MDT RESULTANTE DOS DADOS DA CARTA NÁUTICA DE 1935. FONTE: SAMPAIO (2009).....                                                                                                              | 5.1-298 |
| FIGURA 5.1-192 – MDT RESULTANTE DOS DADOS DA CARTA NÁUTICA DE 2003. FONTE: SAMPAIO (2009).....                                                                                                              | 5.1-299 |
| FIGURA 5.1-193 – MDT DA CARTA NÁUTICA DE 1868 COM EXAGERO VERTICAL (FATOR DE ESCALA 20). FONTE: SAMPAIO (2009) .....                                                                                        | 5.1-300 |
| FIGURA 5.1-194 - MDT DA CARTA DE 1861 COM EXAGERO VERTICAL E VISUALIZAÇÃO EM PERSPECTIVA TOMADA DE OESTE PARA LESTE. ....                                                                                   | 5.1-301 |
| FIGURA 5.1-195 - MDT DA CARTA DE 1935 COM EXAGERO VERTICAL (FATOR DE ESCALA 20). ....                                                                                                                       | 5.1-302 |
| FIGURA 5.1-196 - MDT DA CARTA DE 1935 COM EXAGERO VERTICAL E VISUALIZAÇÃO EM PERSPECTIVA TOMADA DE OESTE PARA LESTE. ....                                                                                   | 5.1-303 |
| FIGURA 5.1-197 - MDT DA CARTA DE 2003 COM EXAGERO VERTICAL (FATOR DE ESCALA 20). ....                                                                                                                       | 5.1-304 |
| FIGURA 5.1-198 - MDT DA CARTA DE 2003 COM EXAGERO VERTICAL E VISUALIZAÇÃO EM PERSPECTIVA TOMADA DE OESTE PARA LESTE.FONTE : SAMPAIO, 2009. ....                                                             | 5.1-305 |
| FIGURA 5.1-199 - LOCALIZAÇÃO DOS PERFIS BATIMÉTRICOS ANALISADOS. ....                                                                                                                                       | 5.1-307 |
| FIGURA 5.1-200 - PERFIL 1 - BAÍA DA MARAMBAIA 1 – DA ILHA DA MARAMBAIA À ILHA DA POMBEBA.....                                                                                                               | 5.1-308 |
| FIGURA 5.1-201 - PERFIL 2 - BAÍA DA MARAMBAIA 2 - DA ILHA DA MARAMBAIA À PONTA DA POMBEBA. ....                                                                                                             | 5.1-309 |
| FIGURA 5.1-202 - PERFIL 3 – ILHA DA MADEIRA – DA ILHA DA MADEIRA A POMBEBA. FONTE : SAMPAIO, 2009. .                                                                                                        | 5.1-310 |
| FIGURA 5.1-203 - PERFIL 4 – FOZ DO CANAL DE SÃO FRANCISCO – DA FOZ DO CANAL DE SÃO FRANCISCO À RESTINGA. FONTE : SAMPAIO, 2009. ....                                                                        | 5.1-311 |
| FIGURA 5.1-204 - PERFIL 5 – SEPETIBA – DA ILHA DA PESCARIA A RESTINGA.FONTE : SAMPAIO, 2009. ....                                                                                                           | 5.1-312 |
| FIGURA 5.1-205 - PERFIL 6 – GUARATIBA – DA PONTA GROSSA À RESTINGA.....                                                                                                                                     | 5.1-313 |
| FIGURA 5.1-206 - PERFIL 7 – POMBEBA – DA ILHA DA POMBEBA À RESTINGA. FONTE : SAMPAIO, 2009.....                                                                                                             | 5.1-314 |
| FIGURA 5.1-207 - PERFIL 8 – FOZ DO CANAL DE SÃO FRANCISCO 2 – DA ILHA DOS MARTINS / FOZ DO CANAL DO GUANDU. ....                                                                                            | 5.1-315 |
| FIGURA 5.1-208 - PERFIL 9 – SEPETIBA 2 – DE SANTA CRUZ A PONTA GROSSA. ....                                                                                                                                 | 5.1-316 |
| FIGURA 5.1-209 - PERFIL 10 – RESTINGA DA MARAMBAIA - DO PERNAMBUCO AO CAEX. ....                                                                                                                            | 5.1-317 |
| FIGURA 5.1-210 - EROSIÃO DO PONTAL DA POMBEBA. ....                                                                                                                                                         | 5.1-319 |
| FIGURA 5.1-211 – ÁREA A SER DRAGADA PARA RETIRADA DE LAMA DO FUNDO. ....                                                                                                                                    | 5.1-324 |
| FIGURA 5.1-212 - BLOCO DIAGRAMA EM 3D DA ÁREA TOTAL DO EMPREENDIMENTO ANTES E APÓS A DRAGAGEM, VISTA DO CANAL .....                                                                                         | 5.1-327 |
| FIGURA 5.1-213 - BLOCO DIAGRAMA EM 3D DA ÁREA TOTAL DO EMPREENDIMENTO ANTES E APÓS A DRAGAGEM, VISTA NORTE.....                                                                                             | 5.1-328 |
| FIGURA 5.1-214 - BLOCO DIAGRAMA EM 3D DA ÁREA TOTAL DO EMPREENDIMENTO ANTES E APÓS A DRAGAGEM, VISTA SUL .....                                                                                              | 5.1-329 |
| FIGURA 5.1-215 - TIPOS DE DRAGAS MECÂNICAS.....                                                                                                                                                             | 5.1-331 |
| FIGURA 5.1-216 - DRAGA HIDRÁULICA .....                                                                                                                                                                     | 5.1-333 |
| FIGURA 5.1-217 - DRAGA DE SUÇÃO AUTO-TRANSPORTADORA.....                                                                                                                                                    | 5.1-333 |
| FIGURA 5.1-218 - PERFIL BATIMÉTRICO COM A PLOTAGEM DE ALGUNS DOS PONTOS ONDE FORAM COLETADAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO. NOTAR OS VALORES DE PROFUNDIDADE APRESENTADOS COM A CORREÇÃO PARA COTA REAL DA DHN E OS |         |

|                                                                                                                                                                                                |         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| ESTRATOS DE AGRUPAMENTOS AMOSTRAIS. OS NÚMEROS EM VERMELHO CORRESPONDEM AOS PONTOS DE                                                                                                          |         |
| AMOSTRAGEM, CUJO MAPA .....                                                                                                                                                                    | 5.1-334 |
| FIGURA 5.1-219 - BLOCO DIAGRAMA DO SUBSTRATO DA ÁREA DO EMPREEDIMENTO .....                                                                                                                    | 5.1-335 |
| FIGURA 5.1-220 - EQUIPAMENTO DE AMOSTRAGEM PARA INSTALAÇÃO NA Balsa. ....                                                                                                                      | 5.1-338 |
| FIGURA 5.1-221 - INSTALAÇÃO DOS EQUIPAMENTOS NA Balsa. ....                                                                                                                                    | 5.1-338 |
| FIGURA 5.1-222 - VISÃO DO PIER ONDE FICAVA A BASE GEORREFERENCIADA DA EQUIPE DE TOPOGRAFIA. ....                                                                                               | 5.1-338 |
| FIGURA 5.1-223 - VISTA DO PIER PARA A ÁREA DE AMOSTRAGEM. ....                                                                                                                                 | 5.1-338 |
| FIGURA 5.1-224 - INSTALAÇÃO DA Balsa EM UM PONTO AMOSTRAL.....                                                                                                                                 | 5.1-338 |
| FIGURA 5.1-225 - TRANSPORTE DA EQUIPE DE TRABALHO. ....                                                                                                                                        | 5.1-338 |
| FIGURA 5.1-226 - LAVANTAMENTO TOPOGRÁFICO DE UM PONTO AMOSTRAL. ....                                                                                                                           | 5.1-339 |
| FIGURA 5.1-227 - REALIZAÇÃO DA AMOSTRAGEM COM ÓTIMAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS PARA EXECUÇÃO DO TRABALHO. 5.1-339                                                                                   |         |
| FIGURA 5.1-228 - PREPARAÇÃO PARA AMOSTRAGEM.....                                                                                                                                               | 5.1-339 |
| FIGURA 5.1-229 - INSTALAÇÃO DE TUBULAÇÃO DE MANOBRA. ....                                                                                                                                      | 5.1-339 |
| FIGURA 5.1-230 - PESO UTILIZADO PARA INSTALAÇÃO DA TUBULAÇÃO DE MANOBRA.....                                                                                                                   | 5.1-339 |
| FIGURA 5.1-231 - PROCEDIMENTO DE FIXAÇÃO DA TUBULAÇÃO DE MANOBRA. ....                                                                                                                         | 5.1-339 |
| FIGURA 5.1-232 - LIMPEZA INTERNA E REMOÇÃO DE SEDIMENTO APÓS AMOSTRAGEM DE TOPO COM O OBJETIVO DE AMOSTRAR O MEIO DO PERFIL DE SEDIMENTO.....                                                  | 5.1-340 |
| FIGURA 5.1-233 - PROCEDIMENTO DE LIMPEZA.....                                                                                                                                                  | 5.1-340 |
| FIGURA 5.1-234 - PROCEDIMENTO DE LIMPEZA DA TUBULAÇÃO DE MANOBRA APÓS A REALIZAÇÃO DA AMOSTRAGEM EM UM PONTO. ....                                                                             | 5.1-340 |
| FIGURA 5.1-235 - AMOSTRA DE TOPO ONDE SE OBSERVA A ARGILA CINZA EXISTENTE NA PORÇÃO SUPERIOR DO LEITO DA ÁREA EM ESTUDO. ....                                                                  | 5.1-340 |
| FIGURA 5.1-236 - AMOSTRA DE MEIO DE PEFIL DE UM PONTO NA BACIA DE EVOLUÇÃO DO EMPREENDIMENTO ONDE SE OBSERVA A TRANSIÇÃO DE ARGILA ARENOSA PARA AREIA ARGILOSA COM FRAGMENTOS DE CONCHAS. .... | 5.1-340 |
| FIGURA 5.1-237 - AMOSTRA DE FUNDO DO MESMO PONTO COMPOSTA POR AREIA ARGILOSA COM FRAGMENTOS DE CONCHAS. ....                                                                                   | 5.1-340 |
| FIGURA 5.1-238 - OBTENÇÃO DA AMOSTRA. ....                                                                                                                                                     | 5.1-341 |
| FIGURA 5.1-239 - PROCEDIMENTOS DE ACONDICIONAMENTO DAS AMOSTRAS. ....                                                                                                                          | 5.1-341 |
| FIGURA 5.1-240 - DETALHE DA ARGILA CINZA NO RECIPIENTE APÓS O ACONDICIONAMENTO DAS AMOSTRAS. ....                                                                                              | 5.1-341 |
| FIGURA 5.1-241 - RECIPIENTE DE ARMAZENAGEM DAS AMOSTRAS DE SEDIMENTO. ....                                                                                                                     | 5.1-341 |
| FIGURA 5.1-242 - RECIPIENTES COM AS AMOSTRAS DE TOPO, MEIO E FUNDO DE UM PONTO AMOSTRAL. ....                                                                                                  | 5.1-341 |
| FIGURA 5.1-243 - ACONDICIONAMENTO DAS AMOSTRAS PARA TRANSPORTE ATÉ O LABORATÓRIO. ....                                                                                                         | 5.1-341 |
| FIGURA 5.1-244 - DISTRIBUIÇÃO DO TAMANHO MÉDIO DE GRÃO.....                                                                                                                                    | 5.1-345 |
| FIGURA 5.1-245 - DISTRIBUIÇÃO DO TAMANHO MÉDIO DE GRÃO.....                                                                                                                                    | 5.1-345 |
| FIGURA 5.1-246 - DISTRIBUIÇÃO DO TAMANHO MÉDIO DE GRÃO.....                                                                                                                                    | 5.1-346 |
| FIGURA 5.1-247 - DISTRIBUIÇÃO DAS AMOSTRAS, NO ESTRATO INTERMEDIÁRIO, DE SEDIMENTOS DOS TESTEMUNHOS DA ÁREA DO EMPREENDIMENTO.....                                                             | 5.1-347 |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| FIGURA 5.1-248 - DISTRIBUIÇÃO DAS AMOSTRAS, NO ESTRATO DE -12,0 M, DE SEDIMENTOS DOS TESTEMUNHOS DA ÁREA DO EMPREENDIMENTO. ....                                                                                                                                                                                                                                                   | 5.1-347 |
| FIGURA 5.1-249 - VARIAÇÃO VERTICAL DO CÁDMIO NOS SEDIMENTOS ANALISADOS .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 5.1-357 |
| FIGURA 5.1-250 - POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO POR COBRE (Cu), DE TODAS AS AMOSTRAS ANALISADAS, PLOTADAS NA SUA COTA REAL DE PROFUNDIDADE (DHN). A MEDIDA QUE A ESPESSURA DE SEDIMENTOS AUMENTA, A CONTAMINAÇÃO TENDE A DIMINUIR. NO ENTANTO, HÁ A OCORRÊNCIA DE QUATRO AMOSTRAS COM POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO ACIMA DO ESTABELECIDO PELA CONAMA N° 344/04. ....                      | 5.1-358 |
| FIGURA 5.1-251 - VARIAÇÃO VERTICAL DO COBRE (MG KG-1) NAS AMOSTRAS ANALISADAS. O NÍVEL 3 DE CONTAMINAÇÃO ESTABELECIDO PELA RESOLUÇÃO DO CONAMA N. 344/04 É DE 34 MG KG-1 E ESTÁ INDICADO PELA LINHA VERMELHA. ....                                                                                                                                                                 | 5.1-359 |
| FIGURA 5.1-252 - VARIAÇÃO VERTICAL DO COBRE (MG KG-1) NAS AMOSTRAS ANALISADAS. O NÍVEL 3 DE CONTAMINAÇÃO ESTABELECIDO PELA RESOLUÇÃO DO CONAMA N. 344/04 É DE 34 MG KG-1 E ESTÁ INDICADO PELA LINHA VERMELHA. ....                                                                                                                                                                 | 5.1-360 |
| FIGURA 5.1-253 - VARIAÇÃO VERTICAL DO COBRE (MG KG-1) NAS AMOSTRAS ANALISADAS. O NÍVEL 3 DE CONTAMINAÇÃO ESTABELECIDO PELA RESOLUÇÃO DO CONAMA N. 344/04 É DE 34 MG KG-1 E ESTÁ INDICADO PELA LINHA VERMELHA. ....                                                                                                                                                                 | 5.1-361 |
| FIGURA 5.1-254 - MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DOS POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO POR COBRE (Cu) NAS AMOSTRAS SUPERFICIAIS COLETADAS NA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA. CONTAMINAÇÃO ACENTUADA E PONTUAL NAS ESTAÇÕES 43 (CONTAMINADA) E 48 (ALTO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO). ....                                                                                                                    | 5.1-362 |
| FIGURA 5.1-255 - MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DOS POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO POR COBRE (Cu) 1,5 METRO ABAIXO DA SUPERFÍCIE DO SUBSTRATO, NA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA. CONTAMINAÇÃO EXTREMAMENTE ELEVADA NA ESTAÇÃO 11. ....                                                                                                                                                                | 5.1-363 |
| FIGURA 5.1-256 - MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DOS POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO POR COBRE (Cu) 3,0 METROS ABAIXO DA SUPERFÍCIE DO SUBSTRATO, NA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA. ÁREA COM ALTO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO NAS ESTAÇÕES 7 E 2. ....                                                                                                                                                    | 5.1-363 |
| FIGURA 5.1-257 - MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DOS POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO POR COBRE (Cu) NAS AMOSTRAS DO ESTRATO ENTRE A SUPERFÍCIE DO SUBSTRATO E A COTA REAL DE -12 METROS (DHN). ÁREA ACIMA DO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO (100%), ESPECIALMENTE NO TESTEMUNHO 43 (CONTAMINADA), MOSTRANDO ELEVADA CONTAMINAÇÃO POR COBRE. ....                                                        | 5.1-364 |
| FIGURA 5.1-258 - MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DOS POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO POR COBRE (Cu) NAS AMOSTRAS DO ESTRATO -12,0 METROS, NA ÁREA DO EMPREENDIMENTO. ÁREA COM ALTO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO, REFERENTE AO TESTEMUNHO 43. ....                                                                                                                                                     | 5.1-365 |
| FIGURA 5.1-259 - POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO POR CHUMBO (Pb), DE TODAS AS AMOSTRAS ANALISADAS, PLOTADAS COM SUAS COTAS REAIS DE PROFUNDIDADE. A GRANDE MAIORIA DAS AMOSTRAS COM NÍVEIS DE CONTAMINAÇÃO ESTÃO COM ATÉ 50% (BAIXO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO), DEMONSTRANDO CERTA ESTABILIDADE NAS CONCENTRAÇÕES DE Pb NAS AMOSTRAS ANALISADAS. APENAS UMA MOSTROU-SE CONTAMINADA. .... | 5.1-366 |
| FIGURA 5.1-260 - VARIAÇÃO VERTICAL DO CHUMBO (MG KG-1) NAS AMOSTRAS ANALISADAS. O NÍVEL 3 DE CONTAMINAÇÃO ESTABELECIDO PELA RESOLUÇÃO DO CONAMA N. 344/04 É DE 46,4 MG KG-1, INDICADO PELA LINHA VERMELHA. ....                                                                                                                                                                    | 5.1-367 |



- FIGURA 5.1-261 - VARIAÇÃO VERTICAL DO CHUMBO (MG KG-1) NAS AMOSTRAS ANALISADAS. O NÍVEL 3 DE CONTAMINAÇÃO ESTABELECIDO PELA RESOLUÇÃO DO CONAMA N. 344/04 É DE 46,4 MG KG-1, INDICADO PELA LINHA VERMELHA.  
..... 5.1-368
- FIGURA 5.1-262 - VARIAÇÃO VERTICAL DO CHUMBO (MG KG-1) NAS AMOSTRAS ANALISADAS. O NÍVEL 3 DE CONTAMINAÇÃO ESTABELECIDO PELA RESOLUÇÃO DO CONAMA N. 344/04 É DE 46,4 MG KG-1, INDICADO PELA LINHA VERMELHA.  
..... 5.1-369
- FIGURA 5.1-263 - MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DOS POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO POR CHUMBO (Pb) NAS AMOSTRAS SUPERFICIAIS COLETADAS NA ÁREA DO EMPREENDIMENTO. ÁREA DO TESTEMUNHO 7 COM ALTO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO E OS TESTEMUNHOS 25, 28 E 36 COM MODERADO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO..... 5.1-370
- FIGURA 5.1-264 - MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DOS POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO POR CHUMBO (Pb) NAS AMOSTRAS DO ESTRATO 1,5 METROS ABAIXO DA SUPERFÍCIE DO SUBSTRATO NA ÁREA DO EMPREENDIMENTO. NOTAR POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO ACIMA DE 50% NO TESTEMUNHO 13. .... 5.1-371
- FIGURA 5.1-265 - MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DOS POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO POR CHUMBO (Pb) NAS AMOSTRAS COLETADAS A 3,0 METROS ABAIXO DO SUBSTRATO. TESTEMUNHO 10 COM ALTO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO.. 5.1-372
- FIGURA 5.1-266 - MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DOS POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO POR CHUMBO (Pb) NAS AMOSTRAS DO DO ESTRATO INTERMEDIÁRIO ENTRE A SUPERFÍCIE A A COTA REAL DE -12 METROS. OS QUE OS POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO SÃO MODERADOS, MAS NÃO HÁ CONTAMINAÇÃO POR CHUMBO NESTE ESTRATO. .... 5.1-373
- FIGURA 5.1-267 - MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DOS POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO POR CHUMBO (Pb) NAS AMOSTRAS DO ESTRATO -12,0 M NA ÁREA DO EMPREENDIMENTO. OS POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO SÃO BAIXOS, EXCETO PARA O TESTEMUNHO 27..... 5.1-374
- FIGURA 5.1-268 – POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO POR CROMO (Cr) DE TODAS AS AMOSTRAS PLOTADAS COM SUA COTA REAL DE PROFUNDIDADE. O GRANDE NÚMERO DE AMOSTRAS COM NÍVEIS DE CONTAMINAÇÃO DE ATÉ 75% (MODERADO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO), DEMONSTRA CERTA ESTABILIDADE NAS CONCENTRAÇÕES DE CR NAS AMOSTRAS ANALISADAS. .... 5.1-375
- FIGURA 5.1-269 - VARIAÇÃO VERTICAL DO CROMO (MG KG-1) NAS AMOSTRAS ANALISADAS. O NÍVEL 3 DE CONTAMINAÇÃO ESTABELECIDO PELA RESOLUÇÃO DO CONAMA N. 344/04 É DE 81,0 MG KG-1, INDICADO PELA LINHA VERMELHA.  
..... 5.1-376
- FIGURA 5.1-270 - VARIAÇÃO VERTICAL DO CROMO (MG KG-1) NAS AMOSTRAS ANALISADAS. O NÍVEL 3 DE CONTAMINAÇÃO ESTABELECIDO PELA RESOLUÇÃO DO CONAMA N. 344/04 É DE 81,0 MG KG-1, INDICADO PELA LINHA VERMELHA.  
..... 5.1-377
- FIGURA 5.1-271 - VARIAÇÃO VERTICAL DO CROMO (MG KG-1) NAS AMOSTRAS ANALISADAS. O NÍVEL 3 DE CONTAMINAÇÃO ESTABELECIDO PELA RESOLUÇÃO DO CONAMA N. 344/04 É DE 81,0 MG KG-1, INDICADO PELA LINHA VERMELHA.  
..... 5.1-378
- FIGURA 5.1-272 - MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DOS POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO POR CROMO (Cr) NAS AMOSTRAS SUPERFICIAIS COLETADAS NA ÁREA DO EMPREENDIMENTO. ÁREA DO TESTEMUNHO 8 COM ALTO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO E MUITOS TESTEMUNHOS COM MODERADO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO. .... 5.1-379

- FIGURA 5.1-273 - MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DOS POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO POR CROMO (CR) NAS AMOSTRAS DO ESTRATO A 1,5 METROS ABAIXO DA SUPERFÍCIE DO SUBSTRATO. GRANDE PARTE DOS TESTEMUNHOS COM MODERADO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO. .... 5.1-380
- FIGURA 5.1-274 - MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DOS POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO POR CROMO (CR) NAS AMOSTRAS DO ESTRATO A 3,0 METROS ABAIXO DA SUPERFÍCIE DO SUBSTRATO. GRANDE PARTE DOS TESTEMUNHOS COM BAIXO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO. .... 5.1-381
- FIGURA 5.1-275 - MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DOS POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO POR CROMO (CR) NAS AMOSTRAS DO ESTRATO ENTRE A COTA REAL DE - 12 METROS E A SUPERFÍCIE DO SUBSTRATO. GRANDE PARTE DOS TESTEMUNHOS POSSUEM BAIXO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO. .... 5.1-382
- FIGURA 5.1-276 - MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DOS POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO POR CROMO (CR) NAS AMOSTRAS DO ESTRATO DE COTA REAL DE -12,0 METROS (DHN). GRANDE PARTE DOS TESTEMUNHOS COM BAIXO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO. .... 5.1-383
- FIGURA 5.1-277 - NÍVEL DE CONTAMINAÇÃO POR NÍQUEL (NI) DE TODAS AS AMOSTRAS ANALISADAS, PLOTADS COM SUA COTA REAL DE PROFUNDIDADE. DE UMA MANEIRA GERAL, HÁ CERTA ESTABILIDADE NOS NÍVEIS DE CONTAMINAÇÃO POR NI NAS AMOSTRAS ANALISADAS, COM APENAS UMA AMOSTRA COM NÍVEL DE CONTAMINAÇÃO ACIMA DO ACEITO. ... 5.1-384
- FIGURA 5.1-278 - VARIAÇÃO VERTICAL DO NÍQUEL (MG KG-1) NAS AMOSTRAS ANALISADAS. O NÍVEL 3 DE CONTAMINAÇÃO ESTABELECIDO PELA RESOLUÇÃO DO CONAMA N. 344/04 É DE 20,9 MG KG-1, INDICADO PELA LINHA VERMELHA. 5.1-385
- FIGURA 5.1-279 - VARIAÇÃO VERTICAL DO NÍQUEL (MG KG-1) NAS AMOSTRAS ANALISADAS. O NÍVEL 3 DE CONTAMINAÇÃO ESTABELECIDO PELA RESOLUÇÃO DO CONAMA N. 344/04 É DE 20,9 MG KG-1, INDICADO PELA LINHA VERMELHA. 5.1-386
- FIGURA 5.1-280 - VARIAÇÃO VERTICAL DO NÍQUEL (MG KG-1) NAS AMOSTRAS ANALISADAS. O NÍVEL 3 DE CONTAMINAÇÃO ESTABELECIDO PELA RESOLUÇÃO DO CONAMA N. 344/04 É DE 20,9 MG KG-1, INDICADO PELA LINHA VERMELHA. .... 5.1-387
- FIGURA 5.1-281 - MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DOS NÍVEIS DE CONTAMINAÇÃO POR NÍQUEL (NI) NAS AMOSTRAS SUPERFICIAIS COLETADAS NA ÁREA DIRETAMENTE AFETADA. NA ÁREA (CINZA ESCURO), OCORREM SEDIMENTOS COM NÍVEIS DE CONTAMINAÇÃO DE 75% A 100% (ALTO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO), AINDA MENORES DO QUE O PERMITIDO PELA RESOLUÇÃO DO CONAMA N. 344/04, EXCETO PARA UMA AMOSTRA DO TESTEMUNHO 36 (CONTAMINADA). .... 5.1-388
- FIGURA 5.1-282 - MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DOS POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO POR NIQUEL (NI) NAS AMOSTRAS DO ESTRATO -1,5 METRO ABAIXO DA SUPERFÍCIE DO SUBSTRATO. GRANDE PARTE DOS TESTEMUNHOS COM MODERADO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO. .... 5.1-389
- FIGURA 5.1-283 - MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DOS POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO POR NIQUEL (NI) NAS AMOSTRAS DO ESTRATO ENTRE A SUPERFÍCIE DO SUBSTRATO E A COTA REAL DE -12 METROS. AS TONALIDADES DE CINZA MOSTRAM A DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS AMOSTRAS DESTA HORIZONTE, ONDE A MAIORIA DAS AMOSTRAS APRESENTOU BAIXO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO, COM EXCEÇÃO DO SETOR NOROESTE, ONDE SE OBSERVARAM AMOSTRAS COM POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO DE MODERADO A ALTO. .... 5.1-390

- FIGURA 5.1-284 - MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DOS POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO POR NIQUEL (Ni) NAS AMOSTRAS DO ESTRATO -12,0 M, COLETADAS NA ÁREA DO EMPREENDIMENTO. GRANDE PARTE DOS TESTEMUNHOS COM MODERADO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO. .... 5.1-391
- FIGURA 5.1-285 - POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO POR ZINCO (Zn) DE TODAS AS AMOSTRAS ANALISADAS NO NÍVEL 3 DA RESOLUÇÃO DO CONAMA N. 344/04, PLOTADAS COM SUA COTA REAL DE PROFUNDIDADE. NOTAR 17 AMOSTRAS COM POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO ACIMA DE 100%. NO ENTANTO, A GRANDE MAIORIA DAS AMOSTRAS APRESENTA NÍVEIS ABAIXO DE 100%. .... 5.1-392
- FIGURA 5.1-286 - POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO POR ZINCO (Zn) DE TODAS AS AMOSTRAS ANALISADAS NO NÍVEL 4 DA RESOLUÇÃO DO CONAMA N. 344/04, PLOTADAS COM SUA COTA REAL DE PROFUNDIDADE. NOTAR NOVE AMOSTRAS COM NÍVEL ACIMA DE 100%. .... 5.1-392
- FIGURA 5.1-287 - VARIAÇÃO VERTICAL DO ZINCO (MG KG-1) NAS AMOSTRAS ANALISADAS. O NÍVEL 3 DE CONTAMINAÇÃO ESTABELECIDO PELA RESOLUÇÃO DO CONAMA N. 344/04 É DE 150,0 MG KG-1, ENQUANTO O NÍVEL 4 TEM COMO LIMITE O VALOR DE 410 MG KG-1 INDICADO PELA LINHA VERMELHA. .... 5.1-393
- FIGURA 5.1-288 - VARIAÇÃO VERTICAL DO ZINCO (MG KG-1) NAS AMOSTRAS ANALISADAS. O NÍVEL 3 DE CONTAMINAÇÃO ESTABELECIDO PELA RESOLUÇÃO DO CONAMA N. 344/04 É DE 150,0 MG KG-1, ENQUANTO O NÍVEL 4 TEM COMO LIMITE O VALOR DE 410 MG KG-1 INDICADO PELA LINHA VERMELHA. .... 5.1-394
- FIGURA 5.1-289 - VARIAÇÃO VERTICAL DO ZINCO (MG KG-1) NAS AMOSTRAS ANALISADAS. O NÍVEL 3 DE CONTAMINAÇÃO ESTABELECIDO PELA RESOLUÇÃO DO CONAMA N. 344/04 É DE 150,0 MG KG-1, ENQUANTO O NÍVEL 4 TEM COMO LIMITE O VALOR DE 410 MG KG-1 INDICADO PELA LINHA VERMELHA. .... 5.1-395
- FIGURA 5.1-290 - MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DOS POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO POR ZINCO (Zn) NAS AMOSTRAS SUPERFICIAIS. NA ÁREA (CINZA MAIS CLARO), OCORREM SEDIMENTOS COM NÍVEIS DE CONTAMINAÇÃO DE 0% A 100% (BAIXO, MEDIANO E ALTO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO), AINDA MENORES DO QUE O NÍVEL 3 PERMITIDO PELA RESOLUÇÃO DO CONAMA N. 344/04, EXCETO PARA QUATRO AMOSTRAS SUPERFICIAIS DOS TESTEMUNHOS 1, 21, 28 E 52 (ALTAMENTE CONTAMINADAS). .... 5.1-396
- FIGURA 5.1-291 - MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DOS POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO POR ZINCO (Zn) PARA O NÍVEL 4. NOTAR A CONTAMINAÇÃO EXTREMAMENTE ELEVADA NO PONTO 21 E A DISTRIBUIÇÃO DE PONTOS ISOLADOS DE AMOSTRAS COM POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO ACIMA DE 100%. .... 5.1-397
- FIGURA 5.1-292 - MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DOS POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO POR ZINCO (Zn) PARA O NÍVEL 3 NAS AMOSTRAS DO ESTRATO 1,5 METROS ABAIXO DA SUPERFÍCIE DO SUBSTRATO. NOTAR NÍVEIS QUE ULTRAPASSAM OS 100% E DISTRIBUEM-SE EM UMA ÁREA PRÓXIMA DO CONTINENTE E EM OUTRA MAIS AFASTADA DA LINHA DE COSTA. .... 5.1-398
- FIGURA 5.1-293 - MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DOS POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO POR ZINCO (Zn) PARA O NÍVEL 4 NAS AMOSTRAS DO ESTRATO 1,5 M ABAIXO DA SUPERFÍCIE DO SUBSTRATO. GRANDE PARTE DOS TESTEMUNHOS COM BAIXO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO, EXCETO PARA AS AMOSTRAS DOS TESTEMUNHOS 1 E 25. .... 5.1-399
- FIGURA 5.1-294 - MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DOS POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO POR ZINCO (Zn) NAS AMOSTRAS DO ESTRATO 3,0 METROS ABAIXO DA SUPERFÍCIE DO SUBSTRATO. GRANDE PARTE DOS TESTEMUNHOS COM BAIXO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO, EXCETO O TESTEMUNHO 19 E REGIÃO PRÓXIMA, COM NÍVEIS DE ATÉ 400%. ... 5.1-400
- FIGURA 5.1-295 - MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DOS POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO POR ZINCO (Zn) PARA O NÍVEL 4 NAS AMOSTRAS DO ESTRATO 3,0 M ABAIXO DA SUPERFÍCIE DO SUBSTRATO. .... 5.1-401

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| FIGURA 5.1-296 - MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DOS POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO POR ZINCO (Zn) PARA O NÍVEL NAS AMOSTRAS DO ESTRATO ENTRE SUPERFÍCIE DO SUBSTRATO E A COTA REAL DE -12 METROS. GRANDE PARTE DOS TESTEMUNHOS COM BAIXO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO, EXCETO AS AMOSTRAS DOS TESTEMUNHOS 26 E 29 (CONTAMINADAS)..... | 5.1-402 |
| FIGURA 5.1-297 - MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DOS POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO POR ZINCO (Zn) NAS AMOSTRAS DO ESTRATO ENTRE A SUPERFÍCIE DO SUBSTRATO E A COTA REAL DE -12 METROS.....                                                                                                                                         | 5.1-403 |
| FIGURA 5.1-298 - MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DOS POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO POR ZINCO (Zn) PARA O NÍVEL 3 NAS AMOSTRAS DO ESTRATO COLETADAS NA COTA REAL DE -12,0 METROS. GRANDE PARTE DOS TESTEMUNHOS COM BAIXO POTENCIAL DE CONTAMINAÇÃO, EXCETO A AMOSTRA DO TESTEMUNHO 21 (CONTAMINADA).....                            | 5.1-404 |
| FIGURA 5.1-299 - MAPA DE DISTRIBUIÇÃO DOS POTENCIAIS DE CONTAMINAÇÃO POR ZINCO (Zn) PARA O NÍVEL 4 NAS AMOSTRAS DO ESTRATO DA COTA REAL DE -12,0 METROS. ....                                                                                                                                                        | 5.1-405 |
| FIGURA 5.1-300 – (A) EVOLUÇÃO DAS TAXAS DE SEDIMENTOS AO LONGO DO SÉCULO XX NA BAIÁ DE SEPETIBA E (B) DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CONCENTRAÇÕES MÉDIAS DE MATERIAL PARTICULADO EM SUSPENSÃO AO LONGO DO GRADIENTE CONTINENTE-MAR. FONTE MARTINS ET AL., 2004 APUD ECOLOGUS.....                                        | 5.1-412 |
| FIGURA 5.1-301 - LOCALIZAÇÃO DO DADOS BATIMÉTRICOS DIGITALIZADOS PARA A CONSTRUÇÃO DAS MALHAS NUMÉRICAS.....                                                                                                                                                                                                         | 5.1-416 |
| FIGURA 5.1-302 - DETALHE DOS DADOS DIGITALIZADOS NA ÁREA DO EMPREENDIMENTO. ....                                                                                                                                                                                                                                     | 5.1-417 |
| FIGURA 5.1-303 - BATIMETRIA NA MALHA MAIOR.....                                                                                                                                                                                                                                                                      | 5.1-418 |
| FIGURA 5.1-304 - DETALHE DA BATIMETRIA NA MALHA MAIOR. ....                                                                                                                                                                                                                                                          | 5.1-419 |
| FIGURA 5.1-305 - DETALHES DA BATIMETRIA NA MALHA MAIOR, APRESENTANDO OS CONTORNOS DA MALHA MENOR. ....                                                                                                                                                                                                               | 5.1-421 |
| FIGURA 5.1-306 - BATIMETRIA NA MALHA MENOR.....                                                                                                                                                                                                                                                                      | 5.1-422 |
| FIGURA 5.1-307 - DETALHE NA ÁREA DO EMPREENDIMENTO.....                                                                                                                                                                                                                                                              | 5.1-423 |
| FIGURA 5.1-308 - MALHA NUMÉRICA COM O EMPREENDIMENTO INSERIDO.....                                                                                                                                                                                                                                                   | 5.1-424 |
| FIGURA 5.1-309 - GRÁFICO DE PALITOS APRESENTANDO OS VETORES DE VENTO COM FREQUÊNCIA HORÁRIA DURANTE O ANO DE 2005.....                                                                                                                                                                                               | 5.1-426 |
| FIGURA 5.1-310 - LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS ESCOLHIDOS PARA ILUSTRAR AS OSCILAÇÕES DE NÍVEL CAUSADAS POR MARÉ.....                                                                                                                                                                                                       | 5.1-428 |
| FIGURA 5.1-311 – OSCILAÇÃO DE NÍVEL NA PONTA PIRACÃO, MORRO DO AFONSO, PONTA DA MARAMBAIA E PONTA GUARDA.....                                                                                                                                                                                                        | 5.1-428 |
| FIGURA 5.1-312 – DETALHE DAS OSCILAÇÕES DE NÍVEL MOSTRANDO DIFERENÇAS DE FASE E AMPLITUDE ENTRE O PONTO LOCALIZADO NO INTERIOR DA BAIÁ (PIRACÃO) E OS OUTROS.....                                                                                                                                                    | 5.1-429 |
| FIGURA 5.1-313 – ELEVÇÃO DA SUPERFÍCIE DO MAR EM MOMENTO DE MARÉ VAZANTE. EM VERMELHO APARECEM OS NÍVEIS MAIS ALTOS E EM AZUL OS NÍVEIS MAIS BAIXOS. A UNIDADE DE MEDIDA É METRO (M).....                                                                                                                            | 5.1-430 |
| FIGURA 5.1-314 – DETALHE DAS OSCILAÇÕES DE NÍVEL EM PIRACÃO, CANAL CENTRAL E PARATI. ....                                                                                                                                                                                                                            | 5.1-431 |
| FIGURA 5.1-315 – ELEVÇÃO E DIREÇÃO DAS CORRENTES DE MARÉ DE SUPERFÍCIE PARA UMA MARÉ DE SIZÍGIA NO PERÍODO DE ENCHENTE. EM VERMELHO ESTÃO OS NÍVEIS MAIS ALTOS E EM AZUL OS MAIS BAIXOS. A UNIDADE DE MEDIDAS É METRO (M). ....                                                                                      | 5.1-432 |

|                                                                                                                                                                                                                                                           |         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| FIGURA 5.1-316 – INTENSIDADE E DIREÇÃO DAS CORRENTES DE MARÉ DE SUPERFÍCIE PARA UMA MARÉ DE SIZÍGIA NO PERÍODO DE ENCHENTE. EM VERMELHO ESTÃO AS CORRENTES MAIS FORTES E EM AZUL AS MAIS FRACAS. A UNIDADE DE MEDIDAS É METRO POR SEGUNDO (M/S).....      | 5.1-433 |
| FIGURA 5.1-317 – ELEVAÇÃO E DIREÇÃO DAS CORRENTES DE MARÉ DE SUPERFÍCIE PARA UMA MARÉ DE SIZÍGIA NO PERÍODO DE VAZANTE. EM VERMELHO ESTÃO OS NÍVEIS MAIS ALTOS E EM AZUL OS MAIS BAIXOS. A UNIDADE DE MEDIDAS É METRO (M). .....                          | 5.1-435 |
| FIGURA 5.1-318– INTENSIDADE E DIREÇÃO DAS CORRENTES DE MARÉ DE SUPERFÍCIE PARA UMA MARÉ DE SIZÍGIA NO PERÍODO DE VAZANTE. EM VERMELHO ESTÃO AS CORRENTES MAIS FORTES E EM AZUL AS MAIS FRACAS. A UNIDADE DE MEDIDAS É METRO POR SEGUNDO (M/S). .....      | 5.1-436 |
| FIGURA 5.1-319 – ELEVAÇÃO E DIREÇÃO DAS CORRENTES DE MARÉ DE SUPERFÍCIE PARA UMA MARÉ DE QUADRATURA NO PERÍODO DE ENCHENTE. EM VERMELHO ESTÃO OS NÍVEIS MAIS ALTOS E EM AZUL OS MAIS BAIXOS. A UNIDADE DE MEDIDAS É METRO (M). .....                      | 5.1-437 |
| FIGURA 5.1-320 – INTENSIDADE E DIREÇÃO DAS CORRENTES DE MARÉ DE SUPERFÍCIE PARA UMA MARÉ DE QUADRATURA NO PERÍODO DE ENCHENTE. EM VERMELHO ESTÃO AS CORRENTES MAIS FORTES E EM AZUL AS MAIS FRACAS. A UNIDADE DE MEDIDAS É METRO POR SEGUNDO (M/S). ..... | 5.1-438 |
| FIGURA 5.1-321 – ELEVAÇÃO E DIREÇÃO DAS CORRENTES DE MARÉ DE SUPERFÍCIE PARA UMA MARÉ DE QUADRATURA NO PERÍODO DE VAZANTE. EM VERMELHO ESTÃO OS NÍVEIS MAIS ALTOS E EM AZUL OS MAIS BAIXOS. A UNIDADE DE MEDIDAS É METRO (M). .....                       | 5.1-439 |
| FIGURA 5.1-322 – INTENSIDADE E DIREÇÃO DAS CORRENTES DE MARÉ DE SUPERFÍCIE PARA UMA MARÉ DE QUADRATURA NO PERÍODO DE VAZANTE. EM VERMELHO ESTÃO AS CORRENTES MAIS FORTES E EM AZUL AS MAIS FRACAS. A UNIDADE DE MEDIDAS É METRO POR SEGUNDO (M/S). .....  | 5.1-440 |
| FIGURA 5.1-323 – CIRCULAÇÃO RESIDUAL CALCULADA COMO A MÉDIA MENSAL DAS VELOCIDADES BAROTRÓPICAS (MÉDIAS DA COLUNA D'ÁGUA).....                                                                                                                            | 5.1-442 |
| FIGURA 5.1-324 – MÁXIMOS E MÍNIMOS DA CIRCULAÇÃO RESIDUAL. EM VERMELHO SÃO APRESENTADOS OS VETORES DE CORRENTE MÁXIMOS E EM AZUL OS MÍNIMOS.....                                                                                                          | 5.1-442 |
| FIGURA 5.1-325 – LINHAS DE CORRENTES DA CIRCULAÇÃO RESIDUAL DA BAIJA DE SEPETIBA. EM VERMELHO SÃO APRESENTADOS OS VALORES OS VALORES MÁXIMOS E EM AZUL OS MÍNIMOS. ....                                                                                   | 5.1-442 |
| FIGURA 5.1-326 - COMPARAÇÃO ENTRE AS ELEVAÇÕES DE NÍVEL MODELADAS PELO ROMS E OBSERVADAS NA PONTA PIRACÃO, NA BAIJA DE SEPETIBA .....                                                                                                                     | 5.1-445 |
| FIGURA 5.1-327 - ELEVAÇÃO DA SUPERFÍCIE DO MAR E VETORES DE CORRENTE EM SITUAÇÃO DE VENTO VINDO DE SUL. AS MAIORES ELEVAÇÕES ESTÃO EM COR VERMELHA E AS MENORES EM AZUL. ....                                                                             | 5.1-447 |
| FIGURA 5.1-328 - ELEVAÇÃO DA SUPERFÍCIE DO MAR E VETORES DE CORRENTE EM SITUAÇÃO DE VENTO VINDO DE LESTE. AS MAIORES ELEVAÇÕES ESTÃO EM COR VERMELHA E AS MENORES EM AZUL. ....                                                                           | 5.1-448 |
| FIGURA 5.1-329 - ELEVAÇÃO DA SUPERFÍCIE DO MAR E VETORES DE CORRENTE EM SITUAÇÃO DE VENTO VINDO DE NOROESTE. AS MAIORES ELEVAÇÕES ESTÃO EM COR VERMELHA E AS MENORES EM AZUL. ....                                                                        | 5.1-449 |
| FIGURA 5.1-330 - SÉRIES TEMPORAIS DE ELEVAÇÃO DA SUPERFÍCIE DO MAR DA ESTAÇÃO PIRACÃO (PAINEL SUPERIOR), COMPONENTE LESTE-OESTE DO VENTO (PAINEL DO MEIO) E COMPONENTE NORTE-SUL (PAINEL INFERIOR).....                                                   | 5.1-451 |

|                                                                                                                                                                                                                                                                          |         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| FIGURA 5.1-331 - SÉRIES TEMPORAIS DE ELEVAÇÃO DA SUPERFÍCIE DO MAR DA ESTAÇÃO LOCALIZADA PRÓXIMO AO EMPREENDIMENTO (PAINEL SUPERIOR), COMPONENTE LESTE-OESTE DO VENTO (PAINEL DO MEIO) E COMPONENTE NORTE-SUL (PAINEL INFERIOR).....                                     | 5.1-452 |
| FIGURA 5.1-332 - CORRENTES DE SUPERFÍCIE EM SITUAÇÃO DE VENTO VINDO DE SUL.....                                                                                                                                                                                          | 5.1-453 |
| FIGURA 5.1-333 - CORRENTES DE SUPERFÍCIE EM SITUAÇÃO DE VENTO VINDO DE LESTE.....                                                                                                                                                                                        | 5.1-454 |
| FIGURA 5.1-334 - INTENSIDADE E DIREÇÃO DAS CORRENTES DE SUPERFÍCIE EM SITUAÇÃO DE MARÉ ENCHENTE. AS CORES REPRESENTAM A INTENSIDADE DA CORRENTE (EM VERMELHO AS CORRENTES MAIS FORTES), E OS VETORES REPRESENTAM A DIREÇÃO.....                                          | 5.1-456 |
| FIGURA 5.1-335 - INTENSIDADE E DIREÇÃO DAS CORRENTES DE SUPERFÍCIE EM SITUAÇÃO DE MARÉ VAZANTE. AS CORES REPRESENTAM A INTENSIDADE DA CORRENTE (EM VERMELHO AS CORRENTES MAIS FORTES), E OS VETORES REPRESENTAM A DIREÇÃO.....                                           | 5.1-457 |
| FIGURA 5.1-336 - INTENSIDADE E DIREÇÃO DAS CORRENTES DE SUPERFÍCIE MÉDIAS, REPRESENTANDO AS CORRENTES RESIDUAIS DE VÁRIOS CICLOS DE MARÉ. AS CORES REPRESENTAM A INTENSIDADE DA CORRENTE (EM VERMELHO AS CORRENTES MAIS FORTES), E OS VETORES REPRESENTAM A DIREÇÃO..... | 5.1-458 |
| FIGURA 5.1-337 - INTENSIDADE E DIREÇÃO DAS CORRENTES DE SUPERFÍCIE EM SITUAÇÃO DE MARÉ ENCHENTE. AS CORES REPRESENTAM A INTENSIDADE DA CORRENTE (EM VERMELHO AS CORRENTES MAIS FORTES), E OS VETORES REPRESENTAM A DIREÇÃO.....                                          | 5.1-460 |
| FIGURA 5.1-338 - INTENSIDADE E DIREÇÃO DAS CORRENTES DE SUPERFÍCIE EM SITUAÇÃO DE MARÉ VAZANTE. AS CORES REPRESENTAM A INTENSIDADE DA CORRENTE (EM VERMELHO AS CORRENTES MAIS FORTES), E OS VETORES REPRESENTAM A DIREÇÃO.....                                           | 5.1-461 |
| FIGURA 5.1-339 - INTENSIDADE E DIREÇÃO DAS CORRENTES DE SUPERFÍCIE MÉDIAS, REPRESENTANDO AS CORRENTES RESIDUAIS DE VÁRIOS CICLOS DE MARÉ. AS CORES REPRESENTAM A INTENSIDADE DA CORRENTE (EM VERMELHO AS CORRENTES MAIS FORTES), E OS VETORES REPRESENTAM A DIREÇÃO..... | 5.1-462 |
| FIGURA 5.1-340 - INTENSIDADE E DIREÇÃO DAS CORRENTES DE SUPERFÍCIE EM SITUAÇÃO DE MARÉ ENCHENTE. AS CORES REPRESENTAM A INTENSIDADE DA CORRENTE (EM VERMELHO AS CORRENTES MAIS FORTES) E OS VETORES REPRESENTAM A DIREÇÃO.....                                           | 5.1-464 |
| FIGURA 5.1-341 - INTENSIDADE E DIREÇÃO DAS CORRENTES DE SUPERFÍCIE EM SITUAÇÃO DE MARÉ VAZANTE. AS CORES REPRESENTAM A INTENSIDADE DA CORRENTE (EM VERMELHO AS CORRENTES MAIS FORTES) E OS VETORES REPRESENTAM A DIREÇÃO.....                                            | 5.1-465 |
| FIGURA 5.1-342 - INTENSIDADE E DIREÇÃO DAS CORRENTES DE SUPERFÍCIE MÉDIAS, REPRESENTANDO AS CORRENTES RESIDUAIS DE VÁRIOS CICLOS DE MARÉ. AS CORES REPRESENTAM A INTENSIDADE DA CORRENTE (EM VERMELHO AS CORRENTES MAIS FORTES) E OS VETORES REPRESENTAM A DIREÇÃO.....  | 5.1-466 |
| FIGURA 5.1-343 - DIFERENÇA ENTRE AS CORRENTES OBSERVADAS NO CENÁRIO II E O CENÁRIO I (CONTROLE) EM MOMENTO DE CORRENTES DE ENCHENTE.....                                                                                                                                 | 5.1-468 |
| FIGURA 5.1-344 - DIFERENÇA ENTRE AS CORRENTES OBSERVADAS NO CENÁRIO II E O CENÁRIO I (CONTROLE) EM MOMENTO DE CORRENTES DE VAZANTE.....                                                                                                                                  | 5.1-469 |
| FIGURA 5.1-345 - DIFERENÇA ENTRE AS CORRENTES MÉDIAS OBSERVADAS NO CENÁRIO II E O CENÁRIO I (CONTROLE).....                                                                                                                                                              | 5.1-470 |

|                                                                                                                                                         |         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| FIGURA 5.1-346 - DIFERENÇA ENTRE AS CORRENTES OBSERVADAS NO CENÁRIO III E O CENÁRIO I (CONTROLE) EM MOMENTO DE CORRENTES DE ENCHENTE. ....              | 5.1-472 |
| FIGURA 5.1-347 - DIFERENÇA ENTRE AS CORRENTES OBSERVADAS NO CENÁRIO III E O CENÁRIO I (CONTROLE) EM MOMENTO DE CORRENTES DE VAZANTE. ....               | 5.1-473 |
| FIGURA 5.1-348 - DIFERENÇA ENTRE AS CORRENTES MÉDIAS OBSERVADAS NO CENÁRIO III E O CENÁRIO I (CONTROLE)...                                              | 5.1-474 |
| FIGURA 5.1-349 - PADRÕES DE EROÇÃO E DEPOSIÇÃO NO CENÁRIO I (CONTROLE). EM VERMELHO APARECEM AS ÁREAS ONDE DEVE OCORRER EROÇÃO E EM AZUL DEPOSIÇÃO..... | 5.1-476 |
| FIGURA 5.1-350 - PADRÕES DE EROÇÃO E DEPOSIÇÃO NO CENÁRIO II. EM VERMELHO APARECEM AS ÁREAS ONDE DEVE OCORRER EROÇÃO E EM AZUL DEPOSIÇÃO. ....          | 5.1-477 |
| FIGURA 5.1-351 - PADRÕES DE EROÇÃO E DEPOSIÇÃO NO CENÁRIO III. EM VERMELHO APARECEM AS ÁREAS ONDE DEVE OCORRER EROÇÃO E EM AZUL DEPOSIÇÃO. ....         | 5.1-478 |
| FIGURA 5.1-352 - REPRESENTAÇÃO DO DOMÍNIO DAS TRÊS GRADES COM A BATIMETRIA INTERPOLADA PARA A GRADE A.                                                  | 5.1-483 |
| FIGURA 5.1-353 - ALTURA SIGNIFICATIVA EM METROS (M) PARA O EXPERIMENTO 1 - GRADE A. ....                                                                | 5.1-485 |
| FIGURA 5.1-354 - Hs PARA O EXPERIMENTO 1 - GRADE B. ....                                                                                                | 5.1-486 |
| FIGURA 5.1-355 - Tp EM SEGUNDOS (s) PARA O EXPERIMENTO 1 – GRADE B. ....                                                                                | 5.1-487 |
| FIGURA 5.1-356 - Hs PARA O EXPERIMENTO 1 - GRADE C1. ....                                                                                               | 5.1-489 |
| FIGURA 5.1-357 - Tp PARA O EXPERIMENTO 1 – GRADE C1. ....                                                                                               | 5.1-490 |
| FIGURA 5.1-358 - Hs PARA O EXPERIMENTO 1 – GRADE C2.....                                                                                                | 5.1-491 |
| FIGURA 5.1-359 - Tp PARA O EXPERIMENTO 1 – GRADE C2. ....                                                                                               | 5.1-492 |
| FIGURA 5.1-360 - DIFERENÇA DA DISTRIBUIÇÃO DE Hs ENTRE A GRADE C1 E C2 – EXPERIMENTO 1.....                                                             | 5.1-493 |
| FIGURA 5.1-361 - DIFERENÇA DA DISTRIBUIÇÃO DE Tp ENTRE A GRADE C1 E C2 – EXPERIMENTO 1. ....                                                            | 5.1-494 |
| FIGURA 5.1-362 - Hs PARA O EXPERIMENTO 2 – GRADE A. ....                                                                                                | 5.1-496 |
| FIGURA 5.1-363 - Hs PARA O EXPERIMENTO 2 – GRADE B.....                                                                                                 | 5.1-497 |
| FIGURA 5.1-364 - Tp PARA O EXPERIMENTO 2 – GRADE B. ....                                                                                                | 5.1-498 |
| FIGURA 5.1-365 - Hs PARA O EXPERIMENTO 2 – GRADE C1.....                                                                                                | 5.1-499 |
| FIGURA 5.1-366 - Tp PARA O EXPERIMENTO 2 – GRADE C1. ....                                                                                               | 5.1-500 |
| FIGURA 5.1-367 - Hs PARA O EXPERIMENTO 2 – GRADE C2.....                                                                                                | 5.1-501 |
| FIGURA 5.1-368 - Tp PARA O EXPERIMENTO 2 – GRADE C2. ....                                                                                               | 5.1-502 |
| FIGURA 5.1-369 - Hs PARA O EXPERIMENTO 2 – GRADE C3.....                                                                                                | 5.1-503 |
| FIGURA 5.1-370 - Tp PARA O EXPERIMENTO 2 – GRADE C3. ....                                                                                               | 5.1-504 |
| FIGURA 5.1-371 - DIFERENÇA DA DISTRIBUIÇÃO DE Hs ENTRE A GRADE C1 E C2 – EXPERIMENTO 2.....                                                             | 5.1-505 |
| FIGURA 5.1-372 - DIFERENÇA DA DISTRIBUIÇÃO DE Tp ENTRE A GRADE C1 E C2 – EXPERIMENTO 2. ....                                                            | 5.1-506 |
| FIGURA 5.1-373 - DIFERENÇA DA DISTRIBUIÇÃO DE Hs ENTRE A GRADE C1 E C3 – EXPERIMENTO 2.....                                                             | 5.1-507 |
| FIGURA 5.1-374 - DIFERENÇA DA DISTRIBUIÇÃO DE Tp ENTRE A GRADE C1 E C3 – EXPERIMENTO 2. ....                                                            | 5.1-508 |
| FIGURA 5.1-375 – CONCENTRAÇÃO DE SEDIMENTO EM MG/L MOSTRANDO A PLUMA DE DRAGAGEM NO MOMENTO INICIAL .....                                               | 5.1-509 |



|                                                                                                                              |         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| FIGURA 5.1-376 – CONCENTRAÇÃO DE SEDIMENTO EM MG/L MOSTRANDO A PLUMA DE DRAGAGEM EM MOMENTO DE<br>CORRENTES DE ENCHENTE..... | 5.1-510 |
| FIGURA 5.1-377 - CONCENTRAÇÃO DE SEDIMENTO EM MG/L MOSTRANDO A PLUMA DE DRAGAGEM EM MOMENTO DE<br>CORRENTES DE VAZANTE ..... | 5.1-510 |



## ÍNDICE DE MAPAS

|                                                                          |         |
|--------------------------------------------------------------------------|---------|
| MAPA 5.1-1 – GEOLOGIA REGIONAL.....                                      | 5.1-60  |
| MAPA 5.1-2 – GEOLOGIA (AID DO MEIO FÍSICO).....                          | 5.1-64  |
| MAPA 5.1-3 – GEOLOGIA (ILHA DA MADEIRA).....                             | 5.1-66  |
| MAPA 5.1-4 – CLASSE DE SOLOS DA AII .....                                | 5.1-107 |
| MAPA 5.1-5 – CLASSE DE SOLOS AID .....                                   | 5.1-108 |
| MAPA 5.1-6 – GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO (ILHA DA MADEIRA).....                 | 5.1-124 |
| MAPA 5.1-7 – GEOMORFOLOGIA (FORMAS DE RELEVO).....                       | 5.1-153 |
| MAPA 5.1-8 – GEOMORFOLOGIA (DOMÍNIOS MORFOESTRUTURAIS).....              | 5.1-159 |
| MAPA 5.1-9 – GEOMORFOLOGIA (DOMÍNIOS GEOMORFOLÓGICOS).....               | 5.1-161 |
| MAPA 5.1-10 – GEOMORFOLOGIA (AID DO MEIO FÍSICO).....                    | 5.1-165 |
| MAPA 5.1-11 – GEOMORFOLOGIA (ILHA DA MADEIRA).....                       | 5.1-166 |
| MAPA 5.1-12 – PLANTA TOPOGRÁFICA ARTICULAÇÃO 1 .....                     | 5.1-173 |
| MAPA 5.1-13 – PLANTA TOPOGRÁFICA ARTICULAÇÃO 2.....                      | 5.1-174 |
| MAPA 5.1-14 – PLANIALTIMETRIA ÁREA SUL ARTICULAÇÃO 1 .....               | 5.1-175 |
| MAPA 5.1-15 – PLANIALTIMETRIA ÁREA SUL ARTICULAÇÃO 2 .....               | 5.1-176 |
| MAPA 5.1-16 – PLANIALTIMETRIA ÁREA SUL ARTICULAÇÃO 3 .....               | 5.1-177 |
| MAPA 5.1-17 – PLANIALTIMETRIA ÁREA SUL ARTICULAÇÃO 4 .....               | 5.1-178 |
| MAPA 5.1-18 – PLANIALTIMETRIA ÁREA NORTE ARTICULAÇÃO 1.....              | 5.1-179 |
| MAPA 5.1-19 – PLANIALTIMETRIA ÁREA NORTE ARTICULAÇÃO 2.....              | 5.1-180 |
| MAPA 5.1-20 – PLANIALTIMETRIA ÁREA NORTE ARTICULAÇÃO 3.....              | 5.1-181 |
| MAPA 5.1-21 – PLANIALTIMETRIA ÁREA NORTE ARTICULAÇÃO 4.....              | 5.1-182 |
| MAPA 5.1-22 – MAPA DE DECLIVIDADE .....                                  | 5.1-183 |
| MAPA 5.1-23 – GEOMORFOLOGIA DE SEGMENTO DE RELEVO .....                  | 5.1-184 |
| MAPA 5.1-24 – SISTEMA HIDROGRÁFICO.....                                  | 5.1-189 |
| MAPA 5.1-25 – PONTOS DE AMOSTRAGEM DE ÁGUA.....                          | 5.1-199 |
| MAPA 5.1-26 – BATIMETRIA E MALHA AMOSTRAL PARA SONDAGEM .....            | 5.1-323 |
| MAPA 5.1-27 – LOCALIZAÇÃO DA ÁREA A SER DRAGADA.....                     | 5.1-326 |
| MAPA 5.1-28 – LOCALIZAÇÃO DAS ÁREAS DE DESCARTE DO MATERIAL DRAGADO..... | 5.1-411 |

## INDICE DE QUADROS

|                                                                                                                                                                                                                                |         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| QUADRO 5.1-1 - UNIDADE MORFOESCULTURAL DOS MACIÇOS COSTEIROS E INTERIORES. FONTE: CPRM 2001.....                                                                                                                               | 5.1-154 |
| QUADRO 5.1-2 - SÍNTESE DOS DOMÍNIOS GEOMORFOLÓGICOS DA BACIA DA BAÍA DE SEPETIBA NA UNIDADE MORFOESTRUTURAL CINTURÃO OROGÊNICO DO ATLÂNTICO. FONTE: CPRM 2001.....                                                             | 5.1-155 |
| QUADRO 5.1-3 - SÍNTESE DOS DOMÍNIOS GEOMORFOLÓGICOS DA BACIA DA BAÍA DE SEPETIBA - UNIDADE MORFOESTRUTURAL BACIAS SEDIMENTARES CENOZÓICAS. FONTE: CPRM 2001.....                                                               | 5.1-155 |
| QUADRO 5.1-4 - DOMÍNIOS E UNIDADES MORFOESTRUTURAIS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (SILVA, 2002), EM DESTAQUE AS UNIDADES PRESENTES NA ÁREA DA BACIA DE SEPETIBA. ....                                                            | 5.1-158 |
| QUADRO 5.1-5 - QUANTIDADE DE SEDIMENTOS TRANSPORTADOS POR UNIDADES DE PLANEJAMENTO DA MACRORREGIÃO AMBIENTAL 2: BACIA HIDROGRÁFICA DA BAÍA DE SEPETIBA, SEGUNDO SEMADS (2001). ....                                            | 5.1-187 |
| QUADRO 5.1-6 - POPULAÇÃO, CONTRIBUIÇÕES DE ESGOTO SANITÁRIO + ÁGUA DE INFILTRAÇÃO E CARGA ORGÂNICA PARA A BACIA HIDROGRÁFICA CONTRIBUINTE DA BAÍA DE SEPETIBA PARA O ANO DE 2000 E PROJEÇÕES PARA OS ANOS DE 2010 E 2020. .... | 5.1-203 |
| QUADRO 5.1-7 - CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS DOS CORPOS HÍDRICOS SEGUNDO A RESOLUÇÃO CONAMA 357/05... 5.1-206                                                                                                                        |         |
| QUADRO 5.1-8 - MEDIANA DOS PRINCIPAIS PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA DOS RIOS DA SUB-BACIA DO RIO GUANDU. ....                                                                                                                | 5.1-207 |
| QUADRO 5.1-9 - CONCENTRAÇÃO DE METAIS PESADOS NAS ESTAÇÕES DOS RIOS DA SUB-BACIA DO RIO GUANDU. ....                                                                                                                           | 5.1-209 |
| QUADRO 5.1-10 - LIMITES DE METAIS EM ÁGUAS NATURAIS SEGUNDO A RES. CONAMA 357/05.....                                                                                                                                          | 5.1-211 |
| QUADRO 5.1-11 - MEDIANA DOS PRINCIPAIS PARÂMETROS DE QUALIDADE DE ÁGUA DOS RIOS DA BAIXADA DA BACIA DA BAÍA DE SEPETIBA. ....                                                                                                  | 5.1-211 |
| QUADRO 5.1-12 - CONCENTRAÇÃO DE METAIS PESADOS NAS ESTAÇÕES DOS RIOS DA BAIXADA DA BACIA DA BAÍA DE SEPETIBA. ....                                                                                                             | 5.1-213 |
| QUADRO 5.1-13 - PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS UTILIZADOS (GREEN BRASIL).....                                                                                                                                                      | 5.1-224 |
| QUADRO 14 - ESQUEMA DE CORES PARA CLASSIFICAÇÃO DE ÍNDICE DE SENSIBILIDADE DO LITORAL (ISL) .....                                                                                                                              | 5.1-243 |
| QUADRO 5.1-15 - DESCRIÇÃO DAS CARTAS NÁUTICAS UTILIZADAS NA ANÁLISE .....                                                                                                                                                      | 5.1-293 |
| QUADRO 5.1-16 – TAXA DE SEDIMENTAÇÃO EM DIFERENTES ÁREAS ESTUARINAS DO LITORAL BRASILEIRO FONTE MARTINS ET AL., 2004 APUD ECOLOGUS .....                                                                                       | 5.1-412 |

## INDICE DE TABELAS

|                                                                                                                                                                          |         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| TABELA 5.1-1- LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS.....                                                                                                               | 5.1-1   |
| TABELA 5.1-2 - ÍNDICE DE INDISPONIBILIDADE DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DA MARAMBAIA. PERÍODO 2003 A 2008. 5.1-33                                                            | 5.1-33  |
| TABELA 5.1-3 - ÍNDICE DE NÃO DISPONIBILIDADE POR SENSOR DURANTE A OPERAÇÃO DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DA MARAMBAIA. PERÍODO 2003 A 2008 (52.608 HORAS TOTAL PREVISTO)..... | 5.1-33  |
| TABELA 5.1-4 – PRESSÃO ATMOSFÉRICA MÁXIMA, MÉDIA E MÍNIMA MENSAL (HPA) NA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DA MARAMBAIA. PERÍODO 2003 A 2008. ....                                  | 5.1-35  |
| TABELA 5.1-5 - PRESSÃO ATMOSFÉRICA MÁXIMA, MÉDIA E MÍNIMA EM FUNÇÃO DA HORA DO DIA (HPA) NA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DA MARAMBAIA. PERÍODO 2003 A 2008.....                 | 5.1-36  |
| TABELA 5.1-6 - TEMPERATURA MÁXIMA, MÉDIA DAS MÁXIMAS, MÉDIA, MÉDIA DAS MÍNIMAS E MÍNIMA MENSAL (C) NA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DA MARAMBAIA. PERÍODO 2003 A 2008. ....      | 5.1-37  |
| TABELA 5.1-7 - TEMPERATURA MÁXIMA, MÉDIA E MÍNIMA EM FUNÇÃO DA HORA DO DIA (C) NA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DA MARAMBAIA. PERÍODO 2003 A 2008.....                           | 5.1-38  |
| TABELA 5.1-8 - UMIDADE RELATIVA MÁXIMA, MÉDIA E MÉDIA DAS MÍNIMAS MENSAL (%) NA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DA MARAMBAIA. PERÍODO 2003 A 2008. ....                            | 5.1-39  |
| TABELA 5.1-9 - UMIDADE RELATIVA MÉDIA EM FUNÇÃO DA HORA DO DIA (%) NA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DA MARAMBAIA. PERÍODO 2003 A 2008. ....                                      | 5.1-40  |
| TABELA 5.1-10 - DISTRIBUIÇÃO DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA MENSAL TOTAL (MM) NA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DA MARAMBAIA. PERÍODO 2003 A 2008. ....                            | 5.1-41  |
| TABELA 5.1-11 - VELOCIDADE DO VENTO MÉDIA HORÁRIA MÁXIMA, MÉDIA E MÍNIMA MENSAL (M/S) NA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DA MARAMBAIA. PERÍODO 2003 A 2008. ....                   | 5.1-42  |
| TABELA 5.1-12 - VELOCIDADE DO VENTO MÁXIMA, MÉDIA E CALMARIA EM FUNÇÃO DA HORA DO DIA (M/S) NA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DA MARAMBAIA. PERÍODO 2003 A 2008. ....             | 5.1-43  |
| TABELA 5.1-13 - VELOCIDADE DE RAJADA MÁXIMA EM FUNÇÃO DA HORA DO DIA (M/S) NA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DA MARAMBAIA. PERÍODO 2003 A 2008. ....                              | 5.1-44  |
| TABELA 5.1-14 - RELAÇÃO DOS PERFIS DE GEORRADAR COM ANTENA DE 250 MHZ. ....                                                                                              | 5.1-136 |
| TABELA 5.1-15 - RELAÇÃO DOS PERFIS DE GEORRADAR COM ANTENA DE 100 MHZ. ....                                                                                              | 5.1-136 |
| TABELA 5.1-16- UNIDADES MAPEADAS QUE MORFOLOGICAMENTE OU FUNCIONALMENTE NÃO PODEM SER CARACTERIZADAS COMO BACIAS DE DRENAGEM. ....                                       | 5.1-193 |
| TABELA 5.1-17 - PARÂMETROS DE EFICIÊNCIA DE DRENAGEM (SEGUNDO FLORENZANO, 2008) .....                                                                                    | 5.1-194 |
| TABELA 5.1-18 - DENSIDADE DE DRENAGEM POR BACIA DELIMITADA. ....                                                                                                         | 5.1-195 |
| TABELA 5.1-19 - PONTOS DE COLETA E CARACTERIZAÇÃO DO TIPO DE AMOSTRAS.....                                                                                               | 5.1-217 |
| TABELA 5.1-20 - PONTOS DE COLETA NA BAÍA DE SEPETIBA. ....                                                                                                               | 5.1-226 |
| TABELA 5.1-21- PONTOS DE MEDIÇÃO.....                                                                                                                                    | 5.1-256 |
| TABELA 5.1-22 - VALORES MEDIDOS – RUIDO AMBIENTE NO PERÍODO DIURNO.....                                                                                                  | 5.1-262 |
| TABELA 5.1-23 - COMENTÁRIOS OBSERVADOS DURANTE O PERÍODO DIURNO.....                                                                                                     | 5.1-263 |

|                                                                                                                                                                        |         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| TABELA 5.1-24 - VALORES MEDIDOS – RUÍDO AMBIENTE NO PERÍODO NOTURNO.....                                                                                               | 5.1-263 |
| TABELA 5.1-25 - COMENTÁRIOS OBSERVADOS DURANTE O PERÍODO NOTURNO.....                                                                                                  | 5.1-264 |
| TABELA 5.1-26 - NCA PARA AMBIENTES EXTERNOS, EM DB(A), SEGUNDO A NORMA NBR 10151:2000. ....                                                                            | 5.1-265 |
| TABELA 5.1-27 – AMPLITUDES (CM) E FASE (GRAUS) DAS PRINCIPAIS COMPONENTES DE MARÉ E QUATRO PONTOS DAS BAÍAS<br>DE SEPETIBA E DA ILHA GRANDE. FONTE: CALIL (2005). .... | 5.1-287 |
| TABELA 5.1-28 - VOLUME DE DRAGAGEM .....                                                                                                                               | 5.1-325 |
| TABELA 5.1-29 - TIPOS DE DRAGAS .....                                                                                                                                  | 5.1-330 |
| TABELA 5.1-30 - INFORMAÇÕES SOBRE OS PONTOS ONDE FORAM FEITAS AMOSTRAGEM ATÉ 3 M ABAIXO DA SUPERFÍCIE DO<br>SUBSTRATO. ....                                            | 5.1-335 |
| TABELA 5.1-31 - INFORMAÇÕES SOBRE OS PONTOS ONDE FORAM FEITAS AMOSTRAGENS ATÉ A COTA REAL DE -12 METROS<br>(DHN). ....                                                 | 5.1-336 |
| TABELA 5.1-32 - MÉTODOS ANALÍTICOS EMPREGADOS NO ESTUDO DOS SEDIMENTOS.....                                                                                            | 5.1-342 |
| TABELA 5.1-33 - NÍVEIS DE CLASSIFICAÇÃO DO MATERIAL A SER DRAGADO.....                                                                                                 | 5.1-342 |
| TABELA 5.1-34 – RESULTADOS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DE CARBONO ORGÂNICO TOTAL, NITROGÊNIO KJELDAHL E FÓFORO<br>TOTAL. ....                                                | 5.1-348 |
| TABELA 5.1-35 – RESULTADOS DAS ANÁLISES QUÍMICAS DE METAIS. ....                                                                                                       | 5.1-353 |
| TABELA 5.1-36 -DIFERENÇA EM METROS ENTRE AS AMPLITUDES DAS CONSTITUINTES DE MARÉ MODELADAS E AS OBSERVADAS<br>PELA FEMAR (MODELO - FEMAR) .....                        | 5.1-445 |
| TABELA 5.1-37 - CENÁRIOS .....                                                                                                                                         | 5.1-455 |
| TABELA 5.1-38 - CARACTERÍSTICAS DOS EXPERIMENTOS PROPOSTOS. ....                                                                                                       | 5.1-481 |
| TABELA 5.1-39 – CARACTERÍSTICAS DAS GRADES COMPUTACIONAIS .....                                                                                                        | 5.1-482 |

## 5.1.7 OCEANOGRAFIA E HIDRODINÂMICA COSTEIRA

### 5.1.7.1 Caracterização da Baía de Sepetiba

A baía de Sepetiba está localizada no litoral sul do Rio de Janeiro entre os paralelos 22º 54' 06" S e 23º 04' 18" S e os meridianos 43º 33' 42" W e 44º 02' 30" W. É uma laguna costeira separada do oceano pela restinga da Marambaia. De acordo com Coimbra (2003) a área dessa baía varia entre 419 km<sup>2</sup> na maré baixa e 447 km<sup>2</sup> na maré alta. Seu volume médio é de 2,72 x 10<sup>9</sup> m<sup>3</sup> e o tempo de residência de massas d'água é de aproximadamente 4,17 dias (Paraquetti et al., 2005). Sua largura e comprimentos máximos são de 12,5 km e 27 km, respectivamente, nos eixos norte-sul e leste-oeste (Calil, 2005). Sepetiba está limitada ao norte pela Serra do Mar, a oeste pela Baía de Ilha Grande, a leste pela planície de maré de Barra de Guaratiba e ao sul pela Restinga da Marambaia, que funciona como um dique, isolando a circulação no interior da Baía, e atenuando a ação de ondas. A principal ligação dessa Baía com o oceano ocorre através do canal localizado em sua porção oeste, nas proximidades do extremo oeste da Marambaia. A outra ligação é bem menor e ocorre na sua porção leste pelo canal de maré da Barra de Guaratiba.

A Baía é bastante rasa, sendo que aproximadamente 50% de sua área apresenta profundidades inferiores a 6 m. As menores profundidades ocorrem na sua porção leste, aumentando gradativamente em direção a oeste, com profundidades entre 8 e 10 metros em sua porção central e três canais profundos na sua porção oeste: o primeiro ao sul da Ilha Guaíba, com profundidade máxima de 31 metros, o segundo entre as ilhas de Itacuruçá e Jaguanum, com profundidade máxima de 27 metros, e o terceiro entre a Ilha de Itacuruça e o continente, com apenas 5 metros de profundidade (Calil, 2005).

O balanço hídrico da bacia de Sepetiba ocorre principalmente pelo aporte dos rios e em segunda instância pelo balanço precipitação- evaporação. O aporte dos rios ocorre principalmente na porção leste da Baía, onde nove rios com vazão variando entre 0,04 e 108 m<sup>3</sup>/s transferem anualmente para a Baía cerca de 7,6 x 10<sup>9</sup> m<sup>3</sup> de água doce. O Rio Guandú é o principal contribuindo, sendo responsável por 86 % da vazão média anual (Lacerda, 2007). O balanço entre a precipitação e a evaporação indica um predomínio da precipitação que corresponde a uma entrada anual de água para a Baía no valor de 1,7 x 10<sup>8</sup> m<sup>3</sup> (Lacerda, 2007).

A Bacia Hidrográfica dos rios que deságuam na Baía de Sepetiba tem uma área de 2,711 km<sup>2</sup> e inclui os rios Mazomba-Cação, da Guarda, Pirequê-Cabuçu, Piracão, Portinho e Guandu, sendo que esse último inclui o Canal de São Francisco, cuja

transposição triplicou a vazão do rio Guandu) (Calil, 2007; Lacerda, 2007). Segundo Calil (2007) o período de alta vazão dos rios ocorre entre Dezembro e Março e o de baixa entre os meses de Junho e Setembro, sendo que os meses de Janeiro e Julho apresentam, respectivamente, as máximas e as mínimas vazões.

### 5.1.7.2 Circulação Costeira

A plataforma continental adjacente a baía de Sepetiba se insere na bacia de Santos, a qual se estende desde Cabo Frio, Rio de Janeiro, até o Cabo de Santa Marta, Santa Catarina. A bacia de Santos apresenta um gradiente topográfico relativamente suave, em torno de 0,833 m/km, e uma extensão que pode alcançar 180 km em sua porção central. Nesta porção do litoral brasileiro existe uma variedade de processos hidrodinâmicos ocorrendo simultaneamente, o que dá origem a um sistema complexo com oscilações de amplo espectro. Dentre as principais forçantes das correntes oceânicas e costeiras destacam-se as forçantes atmosféricas (Castro & Lee, 1995), as marés astronômicas (Harari & Camargo, 1994), e a influência da Corrente do Brasil (Campos *et al.*, 2000), que segue com sentido norte-sul, ao longo da borda da plataforma e do talude continental.

Estudos pioneiros na região, como os de Emilson (1961), Ikeda (1976) e Matsuura (1986), apontam para a presença de quatro massas de água. A que ocorre em maior volume é a Água Central do Atlântico Sul (ACAS). Suas características termohalinas são: temperatura menor que 20°C e salinidade menor que 36.4ups. Esta, assim como a Água Tropical (AT), de limites termohalinos  $T > 20^{\circ}\text{C}$  e  $S > 36.4\text{ups}$ , são encontradas principalmente sobre do eixo da Corrente do Brasil (CB), que as transporta para o sul.

Na porção mais costeira da plataforma encontra-se Água Continental, que tem sua origem relacionada aos aportes fluviais, como por exemplo os rios que desembocam na baía de Sepetiba e na baía da Ilha Grande. Por último, a quarta massa de água denominada de Água de Plataforma é resultado da mistura de AC, AT e ACAS sob a plataforma.

De acordo com Castro (1996), pode-se dividir a plataforma em três regiões de acordo com suas características termohalinas:

- Plataforma Interna (PI);
- Plataforma Média (PM);
- Plataforma Externa (PE).

Iniciando da costa para o oceano, temos a PI caracterizada pela tendência a homogeneidade de propriedades físicas durante todo ano, compreendida da costa até

aproximadamente as isobatimétricas de 20-40 metros no verão e 50-70 metros no inverno.

A PM caracteriza-se por alta estratificação na primavera e verão, devido à presença de forte termoclina sazonal, e por homogeneidade no outono e inverno, fica compreendida entre as isóbatas de 20-40 metros, no inverno, e 70-90 metros no verão.

A PE apresenta-se sempre estratificada, com a termoclina mais difusa do que na PM durante o verão, e é definida das isóbatas de 70-90 metros até a borda da plataforma continental.

Conforme a classificação, a PM é a que apresenta variações sazonais mais marcantes. O próprio estudo de Castro (1996), assim como os de Emilson (1961), Ikeda (1976), Matsuura (1986) e Campos *et al.* (1995), atribuem à presença de ACAS sobre a plataforma a formação da termoclina no verão e primavera. Mais do que isto, os estudos de Campos *et al.* (2000) e Castelão *et al.* (2004) apresentam fortes evidências de que o avanço de ACAS sobre a plataforma é condicionado pela atividade de meso escala da CB na quebra de plataforma sobre a forma de meandros e vórtices, assim como, a ventos de nordeste, predominantes no verão e primavera.

O mecanismo proposto é que os vórtices e meandros frontais da CB seriam responsáveis por colocar ACAS sobre a PE (Lee *et al.*, 1991 apresenta um esquema ilustrativo desse mecanismo), e quando há ocorrência de ventos nordeste com persistência de alguns dias, forma-se uma corrente perpendicular à costa, que no fundo transporta ACAS para a PM e eventualmente para a PI. Na Figura 5.1-182 apresenta-se um esquema ilustrativo da distribuição de massa d'água na baía de Santos.

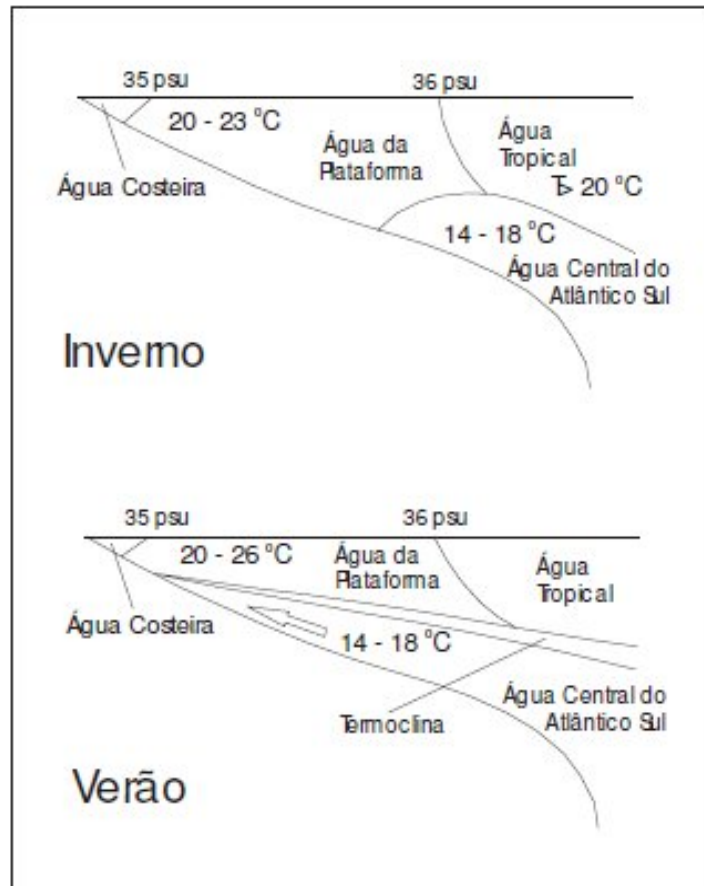
A região da baía de Sepetiba e da baía de Ilha Grande é especialmente favorecida para a penetração de ACAS até a PI, e até mesmo para ocorrência de ressurgência costeira. Talvez a principal razão para isto seja sua posição geográfica ao sul de Cabo Frio.

De acordo com o trabalho de Calado (2006), a mudança de orientação da costa em Cabo Frio induz circulação ciclônica (sentido horário) e faz a corrente avançar sobre águas mais profundas. Além disto, ressalta-se que a região ao norte de Cabo Frio é altamente energética em termos de meso escala, com feições vorticiais bem estudadas como o Vórtice de Vitória e o Vórtice de Abrolhos, que, sem dúvida, podem contribuir para as variabilidades ao largo de Sepetiba.

Importante ressaltar que estas feições têm uma contribuição significativa nas trocas entre a plataforma continental e as grandes correntes de contorno (Lee *et al.*, 1991).



Ainda com relação às condições de ressurgência, a persistência de ventos nordeste durante períodos que chegam a 13 dias na primavera e verão são propícios para manter a circulação de Ekman ativa e causar o afloramento de ACAS.



**Figura 5.1-182– Esquema ilustrativo da distribuição de massas d'água na bacia de Santos.  
Fonte: Lee *et al.*(1991).**

De acordo com Castro & Lee (1995) as variações do nível do mar na costa sudeste brasileira são influenciados pela passagem de sistemas frontais, com as melhores correlações entre vento e nível encontradas para bandas de frequência correspondentes aos períodos entre 9-12 e 6-7 dias. Os autores ainda sugerem duas possíveis fontes de energia que forçariam as oscilações de nível em baixa frequência na região:

- uma onda que se propaga junto com o sistema atmosférico frontal e
- uma onda que é gerada ao sul do Cabo de Santa Marta Grande.

Souza & Robinson (2004) encontraram períodos dominantes de oscilação entre 5 e 8.5, em 13 e em 20.6 dias na plataforma continental sudeste, atribuindo a primeira



banda a passagem de sistemas frontais. Outra referência em estudos de baixa frequência, mas sobre as proximidades da quebra de plataforma, são as análises de Lima (1997).

Os dados analisados, obtidos por fundeios na região de Cabo Frio (RJ), revelaram que a tensão do vento paralelo à costa e a componente da corrente também paralela à costa (a 50 metros de profundidade) apresentam alta coerência em duas bandas de períodos: 6,6 dias e 20 dias. Além disso, os espectros de correntes a 50 metros de profundidade calculados para as séries sobre o talude tiveram energia concentrada em frequências ainda mais baixas, correspondentes a períodos entre 20 e 100 dias. O autor sugeriu que movimentos aprisionados pela quebra de plataforma e talude superior poderiam explicar esta energia.

Um processo muito interessante que exerce influência sobre a plataforma de Sepetiba foi descrito por Campos *et al.* (1996) que detectou a presença de águas mais doces e frias (33-34 ups e 14-17°C), provenientes de regiões próximas à desembocadura do rio da Prata, em latitudes de até 23°S.

Pimenta *et al.* (2004) sugerem que esta advecção de águas do sul para o norte estão fortemente relacionadas a dominância de correntes costeiras dirigidas para o norte no fim do outono e durante o inverno, com eventos que podem durar até 10 dias.

Souza e Robinson (2004) também encontraram evidências da existência destas correntes, analisando a trajetória de derivadores, que, após seguirem para o sul levados pela CB caíram, nesta corrente costeira e retornaram para o norte

### 5.1.7.3 Correntes Geradas por Vento

As baías de Ilha Grande e Sepetiba formam um sistema complexo devido à sua morfologia e localização. A forma de dois corpos interligados ao oceano por distintas entradas e uma comunicação entre si através de um canal estreito proporcionou uma gama de fenômenos de transporte e circulação com relevância distinta e escalas de tempo variada.

A circulação no local já foi alvo de estudos desde a década de 70, com foco principal na circulação próxima ao canal central e os processos que determinam a direção do fluxo entre a parte Oeste (baía de Ilha Grande) e a Leste (baía de Sepetiba). Em geral, a classificação morfológica do sistema estende-se também à das feições dinâmicas e das propriedades oceanográficas. Devido a profundidades médias serem maiores na baía de Ilha Grande, a plataforma adjacente a influencia de forma característica, com presença de águas mais frias e salinas.

A baía de Sepetiba, por outro lado, é mais influenciada pela descarga continental e pelas marés mais intensas, devido a seu comprimento e pelas profundidades menores (Miranda, 1977; Signorini, 1980a, 1980b). Esta característica reflete o comportamento dos perfis verticais medidos historicamente, que determinaram um comportamento vertical de duas camadas na baía de Ilha Grande (camada isopicnal abaixo de 15 metros) e de uma única camada de mistura nas áreas mais a leste da baía de Sepetiba. Além da presença deste gradiente de densidade no sistema, um forte fluxo unidirecional para leste presente no canal central já foi diagnosticado por diversos autores.

Signorini (1980a), utilizando análise de dados hidrográficos de 1975 com período de alguns dias estimou fluxos de superfície médios de 0.1 m/s para leste no canal central e de pouca relação com o vento local. Em profundidade (25 metros) as velocidades ficaram em torno de 0.03 m/s, com oscilações significantes na direção e intensidade com períodos próximos a 6 horas.

O padrão de circulação descrito por Calil (2005) inclui um giro no sentido horário que percorre toda a baía de Sepetiba. No entanto, de acordo com Brönnimann *et al.* (1981) a ação dos ventos gera um padrão de circulação superficial com células, em forma de oito. Suguio *et al.* (1979) sugerem que esse padrão em oito segue a topografia de fundo, e vice-versa, dando origem a esporões de areia transversais ao eixo maior da baía.

Outros estudos utilizando dados hidrográficos de curto período (menores que 20 dias) no canal central estimaram velocidades semelhantes às encontradas por Signorini (1980a, 1980b), com médias em torno de 0.2 m/s no canal, com máximos de 0.3 m/s (Correa, 1994), com oscilações de fluxo de diferentes períodos em profundidade, entretanto, mantendo a direção de fluxo para leste na superfície (Ikeda, 1977; Signorini, 1980ab; Ikeda e Stevenson, 1982; Mahilques, 1987; Ikeda *et al.*, 1989; Correa, 1994).

O fluxo no canal para leste foi considerado parte de uma circulação ciclônica ao redor da Ilha Grande, que teria início com a entrada de água pela abertura a Oeste, seguindo o fluxo do canal e se misturando às águas menos densas da baía de Sepetiba e retornando ao oceano pela saída a Leste.

Diversos trabalhos identificam este padrão em superfície, associado geralmente à força do gradiente de pressão exercido entre a baía de Ilha Grande e a baía de Sepetiba graças a diferença horizontal de densidade entre as baías (Correa, 1994; Fragoso, 1999). Entretanto, Correa (1994) encontrou fluxos de sentido inverso em profundidades abaixo de 10 metros em média.

A maré e outras oscilações (seiches) modulariam as correntes nesta profundidade, alterando a direção do fluxo tanto no canal central, como nas entradas da baía Leste e Oeste, como também foi descrito em Ikeda *et al.* (1989). Em ambos os autores, as mesmas oscilações somente modularam a intensidade da corrente, não alterando o seu sentido. Signorini (1980a) aponta que existe uma influência da tensão do vento nesse movimento juntamente com a estratificação de densidade apontada pela maioria de trabalhos realizados no local. Porém, muitos autores não encontraram forte coerência entre o vento e esta circulação nas análises espectrais, devido talvez à maioria das coletas e análises realizadas na área terem sido de curto período com a maioria dos dados descontínuos e não simultâneos.

Outro fato bastante discutido na literatura é a presença de oscilações além das causadas pela maré, como oscilações naturais e seiches, devido à configuração da coluna d' água em conjunto com a geometria e topografia complexa das baías.

Fragoso (1999), utilizando o Princeton Ocean Model (POM), numa abordagem mais atual determinou o período de oscilação natural do sistema das baías como sendo próximo de 6 horas (semelhante ao período da constituinte M4), corroborando dados históricos calculados por trabalhos passados (Ikeda, 1977; Signorini, 1980b).

Oscilações relacionadas ao vento estariam ligadas principalmente pelo efeito de brisa local, principalmente próximas a Ilhas e na Parte Leste (Correa, 1994). Outros autores também identificaram seiches internos e fenômenos oscilatórios com períodos menores que 4 horas. Diversas oscilações em períodos variados são esperadas no conjunto do Sistema devido à sua forma geométrica complexa e topografia variada.

Por outro lado, a baía de Sepetiba a Leste possui uma circulação característica de maré mista, com pouca influência da estratificação, devido principalmente à baixa profundidade e correntes intensas de maré (Cunha 2006, Rosman 1998).

A principal comunicação da baía de Sepetiba com a plataforma adjacente se encontra entre ponta da Restinga da Marambaia e Ilha Grande, caracterizada por uma interação complexa com as águas da plataforma, as águas oriundas da baía de Ilha Grande e a água mais doce oriunda da área leste da baía. À medida que se aproxima da Ilha de Guaíba as profundidades são cada vez menores, exceto por um canal estreito onde são detectadas as maiores velocidades.

Signorini (1980a), encontrou valores da ordem de 1 m/s para as correntes na baía de Sepetiba. Alguns valores atuais de correntes medidos próximos ao canal da Ilha de Itacuruçá ficaram em torno de 0.4 m/s para maré enchente e de 0.6 m/s para o período de vazante (Cunha *et al.*, 2006).

As correntes na baía possuem uma variação quarta-diurna intensa, devido principalmente ao efeito de amplificação da onda de maré (componente M4) (Copeland *et al.*, 2003; Signorini, 1980a; Fragoso, 1999). Ainda em Fragoso (1999), durante simulações isolando-se o processo da onda de maré no sistema, obteve valores de 0.2 m/s (sizígia) e 0.1 m/s (quadratura) para a porção Oeste e de 1 m/s e 0.5m/s para a porção da baía de Sepetiba, onde as maiores velocidades foram desenvolvidas na região do canal.

Cunha *et al.* (2006), também utilizou modelagem numérica para o cálculo de correntes residuais encontrando valores abaixo de 0.1 m/s na maior parte da baía.

O Efeito do Vento na circulação da baía possui importância secundária, com um efeito de brisa importante no sinal de corrente, principalmente em períodos de quadratura (Rosman, 1998; Borges, 1990). A passagem de sistemas frontais e a influência do vento nas correntes de plataforma também são importantes para a circulação da área, embora haja poucos estudos com relação a esses efeitos.

#### **5.1.7.4 Ondas**

##### **5.1.7.4.1 Clima de Ondas na Região das Bacias de Campos e Santos**

O clima de ondas na região das bacias de Campos e Santos está associado à circulação atmosférica na região. Os principais sistemas meteorológicos identificados são o Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (AAS) e os sistemas frontais associados com ciclones extratropicais. O AAS é responsável pelas características predominantes nesta região, produzindo ventos provenientes do quadrante norte e leste durante a maior parte do ano (Violante-Carvalho, 1997).

Violante-Carvalho *et al.* (1997) observaram valores de 8,0 m/s para a intensidade média dos ventos causados pelo AAS os quais estão presentes em mais de 65% dos dias do ano. Dereczynski (1992) mostra que a maior ocorrência de ventos devido ao AAS acontece nos meses de verão, podendo estar associada com a intensificação da Baixa do Chaco, produzindo fortes gradientes de pressão, os quais produzem os ventos. Cabe ressaltar que o AAS é um anticiclone semi-estacionário que oscila entre uma região mais ao sul e a leste no verão e mais ao norte e a oeste no inverno.

A outra feição importante observada na região são as perturbações de mesoescala conhecidas como passagem de frente fria associadas à ciclones extratropicais. As frentes frias surgem quando ondas ciclônicas se modificam ao atravessar os Andes e interagem com a circulação atmosférica sobre a América do Sul produzindo uma circulação meridional sobre o continente (Violante-Carvalho, 1998).

Considerando os sistemas meteorológicos existentes na região, alguns autores vem tentando construir um esquema para os principais regimes de onda observados no local (Violante-Carvalho, 1998; Parente, 1999; Pinho, 2003).

Violante-Carvalho (1998) apresenta um esquema baseado na separação em dois grandes grupos que são relacionados com as condições meteorológicas no local: situação associada com o domínio do AAS e situação associada com a influência de sistemas frontais.

Pinho (2003) adota este esquema e organiza as condições de mar em quatro cenários predominantes: bom tempo puro, bom tempo com marulhos, mal tempo com mar de sudoeste e mal tempo com mar de sudeste. A seguir são apresentadas as categorias descritas por Pinho (2003).

#### 5.1.7.4.1.1 Bom Tempo

A situação de bom tempo acontece quando há predominância do AAS gerando ventos de nordeste com variações entre norte e leste. Neste caso observa-se a formação de um mar local onde ondas do tipo sea são geradas na mesma direção do vento (Violante-Carvalho, 1997).

Observa-se que este tipo de mar (mar local) é estabelecido por um período médio de 92 horas com ventos médios de 10 m/s. Alturas significativas e período médio de onda para condições de bom tempo tem valores entre 1,5 e 2 metros e entre 6 e 7 segundos, respectivamente.

Eventos extremos para mares de bom tempo são observados associados a forte intensidade de vento do quadrante norte que ocorrem após a passagem de frentes frias. Nestas ocasiões podem ocorrer condições de mar com altura significativa entre 3 e 4 metros e período significativo de 8 segundos.

Ainda no contexto de mares de bom tempo podem ser observados também ondas geradas em regiões próximas na direção nordeste, as quais foram denominadas de *quasi-sea* (Parente, 2001). Quando são observadas ondas do tipo *quasi-sea* os valores de período significativo podem alcançar valores de 9 segundos.

Em termos de valores individuais de onda observam-se valores médios de altura e períodos significativos entre 0,5 e 1 metro e entre 4 e 5 segundos, respectivamente. Além disso, valores extremos individuais podem alcançar valores entre 5 e 6 metros de altura e períodos significativos entre 6 e 9 segundos, respectivamente.

#### 5.1.7.4.1.2 Bom Tempo com Marulhos

Em cenários de bom tempo é observada uma situação bastante peculiar que deve ser ressaltada devido à sua grande ocorrência, aproximadamente 34% do tempo amostrado (Parente, 1999).

Pinho (2003) denominou esta situação de condição de bom tempo com marulhos (onda do tipo *swell*) proveniente da região ao sul. Neste caso, as ondas de bom tempo com período médio de 8 segundos são encontradas concomitantemente a ondas com período maiores que 12 segundos (podendo ser observado valores entre 16 e 18 segundos). Nesses casos, os valores característicos de altura significativa de ondas e período médio estão entre 1,5-2 metros e 5-6 segundos, respectivamente.

Condições extremas considerando este tipo de mar podem apresentar marés com altura superior a 3 metros (entre 2,5 e 3,5 metros) e períodos maiores que 15 segundos (há registros individuais de períodos de 20 segundos). Em termos de ondas individuais, há registro de períodos entre 18 e 20 segundos e altura de onda menores que 5 metros.

#### 5.1.7.4.1.3 Mau Tempo – Mar de Sudoeste

Além das situações de bom tempo, existem situações em que as condições meteorológicas são diferentes devido à presença de fenômenos de mesoescala, como a passagem de ciclones extratropicais e a chegada de frentes frias. Nestes casos a circulação horária do ciclone extratropical produz inicialmente ventos fortes de sudoeste que giram posteriormente para S → SE → E e, finalmente, é estabelecida a situação de bom tempo com ventos de NE.

De acordo com Pinho (2003), quando isto ocorre, observa-se um estado de mar mais severo causado pela forte intensidade de vento associada à passagem do ciclone extratropical. Parâmetros como a altura significativa da onda pode atingir o dobro dos valores observados em situações de bom tempo. Além disso, o período significativo pode atingir valores maiores que 12 segundos e a direção da onda é equivalente à direção do vento. Por fim é restabelecido um mar de bom tempo novamente (vento de nordeste). De acordo com Parente (1999), estas situações podem ser observadas em 41% dos casos.

Segundo Pinho (2003), a duração média da passagem de um ciclone é 42 horas com velocidade de vento média de 6,5 m/s podendo chegar a valores entre 20 e 27 m/s (Violante-Carvalho, 1998). Os valores mais frequentes de altura e período significativos estão entre 1,5 e 2 m e 8 e 12 s, respectivamente. Além disso, eventos extremos de altura e período significativos podem ter valores de 6 m e 16 s, respectivamente.



Como exemplo dessas ocasiões, Pinho (2003) observa valores de altura significativa de aproximadamente 11 metros e período de mais de 12 segundos associado com a passagem de um ciclone no mês de agosto de 1992. É importante salientar que a situação de mar de sudoeste é a situação mais severa de mar que se pode encontrar na região da bacia de Campos.

A análise individual das ondas mostra que os valores mais frequentes de altura de onda e período são entre 1 e 2 metros e 6 segundos, respectivamente e o registros máximos tem valores de 11,7 m e 23,9 segundos.

#### 5.1.7.4.1.4 Mau Tempo – Mar de Sudeste

Conforme Pinho (2003), em algumas situações os ciclones extratropicais podem se tornar estacionários ao norte da bacia de Campos. Nestas situações pode haver a intensificação do anticiclone polar resultando em fortes ventos de sudeste.

Em geral, eventos como este ocorrem após a passagem de um ciclone extratropical e passagem da frente fria. Assim o regime de ventos de sudoeste é estabelecido por um período de tempo até que a situação de vento de nordeste (Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul) passe a dominar o escoamento na região.

Nestas situações podem ser observadas ondas com altura significativa com valores de 4 metros e direção de sudeste. Eventos como estes tem duração média de 55 horas e intensidade média de vento de 7 m/s. As ondas geradas nestas ocasiões tem altura significativa média de 2,2 m e período significativo médio de aproximadamente 10°segundos. Entretanto, cabe ressaltar que a situação de mal tempo com mar de sudeste é bastante heterogênea por ser um estado intermediário entre a passagem da frente fria e o estabelecimento da situação de vento de nordeste. Assim, grandes variações neste valores podem ser observadas.

Valores característicos de altura significativa para estes eventos são entre 2 e 3°metros e os períodos significativos observados na maior parte dos casos estão entre 9 e 12 segundos. Situações extremas possuem valores de altura significativa entre 4 e 4,5 m e período significativo entre 14 e 16 segundos.

A análise individual de ondas mostra maior frequência de ondas com altura entre 0,5 e 1 m e período entre 4 e 5 segundos. Além disso, os maiores registros foram de ondas com alturas maiores que 8 metros e períodos na faixa entre 18 e 20 segundos.

#### 5.1.7.5 Marés

De acordo com Signorini (1980a, 1980b) e Fragoso (1999) a maré é o principal mecanismo gerador de correntes na baía de Sepetiba. O regime de maré nessa baía é

do tipo semi diurna, com desigualdade diurna, sendo que a amplitude média de maré de sizígia é de 110 cm e a de quadratura de 30 cm (Calil, 2005). Já de acordo com o Catálogo de Estações Maregráficas Brasileiras da FEMAR (Femar, 2000), a maré nesta baía é classificada como maré de desigualdades diurnas com uma forte componente quarto-diurna.

A onda de maré penetra na baía de Sepetiba pelo canal principal, a oeste, e encontra forte gradiente batimétrico, o que gera diferença acentuada de fase entre a entrada da baía e o fundo da mesma, em sua porção leste (DHN, 1986). De acordo com Calil (2005), as maiores velocidades de maré, em torno 1,5 nós, ocorrem sempre no canal localizado entre as Ilhas de Itacuruçá e Jaguanum. A Tabela 5.1-27 mostra as principais componentes de maré para a região nos pontos marcados na Figura 5.1-183.

**Tabela 5.1-27 – Amplitudes (cm) e fase (graus) das principais componentes de maré e quatro pontos das baías de Sepetiba e da Ilha Grande. Fonte: Calil (2005).**

|                      | Mangaratiba |      | Ilha da Madeira |      | Clube Náutico |      | Ponta Leste Ilha Grande |      |
|----------------------|-------------|------|-----------------|------|---------------|------|-------------------------|------|
|                      | Amplitude   | Fase | Amplitude       | Fase | Amplitude     | Fase | Amplitude               | Fase |
| <b>Q1</b>            | 3,5         | 61   | 2,7             | 73   | 3,7           | 77   | 4,9                     | 114  |
| <b>O1</b>            | 10,7        | 83   | 12,3            | 88   | 11,3          | 83   | 8,8                     | 96   |
| <b>M1</b>            | 1,9         | 186  |                 |      | 0,4           | 111  | 4,3                     | 235  |
| <b>P1</b>            | 1,7         | 132  | 2,5             | 148  | 2,1           | 157  | 0,1                     | 67   |
| <b>K1</b>            | 5,3         | 136  | 7,5             | 153  | 6,3           | 157  | 0,3                     | 65   |
| <b>N2</b>            | 3,9         | 114  | 6,4             | 131  | 4,5           | 126  | 4,1                     | 90   |
| <b>M<sup>2</sup></b> | 32,6        | 77   | 40,2            | 92   | 42,5          | 90   | 24,7                    | 62   |
| <b>S2</b>            | 17,8        | 85   | 26,5            | 96   | 21,6          | 95   | 20,1                    | 84   |
| <b>K2</b>            | 4,8         | 85   | 7,2             | 97   | 5,9           | 95   | 5,5                     | 86   |
| <b>M3</b>            | 1           | 220  | 2,3             | 225  | 3,4           | 197  | 1,9                     | 253  |
| <b>M4</b>            | 7,5         | 066  | 19,4            | 114  | 23,4          | 113  | 3,4                     | 38   |

Pode-se perceber uma forte amplificação das componentes terço e quarto diurnas quando se adentra a baía. Estas componentes, também chamadas de componentes de pequeno fundo, são geradas a partir da fricção do fundo com as componentes semi diurnas (Copeland *et al.*, 2003).

Outra explicação para a amplificação da M4 seria o comprimento da baía que é próximo a um quarto do comprimento de onda desta componente, que pode ter um efeito amplificador na onda estacionária de maré desta frequência (Signorini, 1980a).



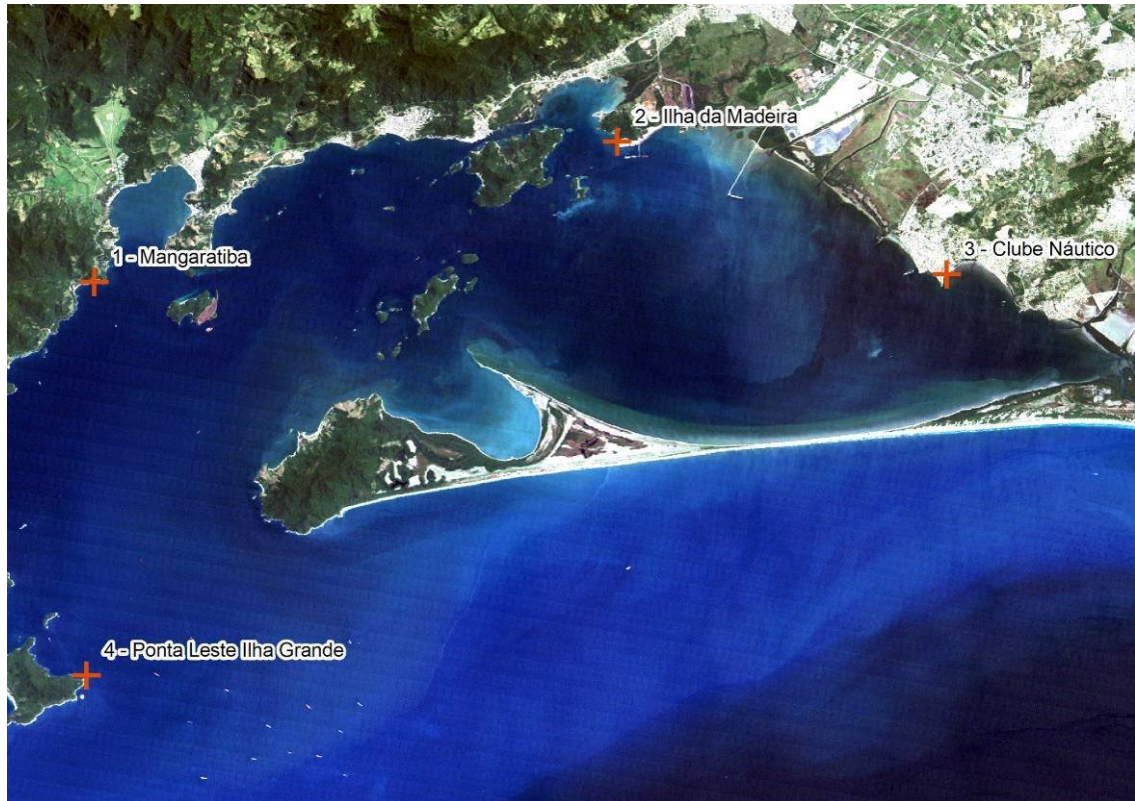


Figura 5.1-183 – Baías de Sepetiba e da Ilha Grande, com as estações maregráficas.

Dados de maré da baía de Sepetiba indicam que a amplitude média da maré de sizígia é de 1,1 metro e da maré de quadratura de 0,3 metro (Admiralty, 1998), sendo 0,74 metro o nível de maré médio.

A baía da Ilha Grande, vizinha à baía de Sepetiba apresenta uma menor influência da maré na sua circulação. A baía de Ilha Grande é conectada ao oceano por duas aberturas por a onde a onda de maré chega com sincronismo de fases, se dividindo em duas ondas diferentes, propagando em direções opostas, tendo seus efeitos parcialmente cancelados, especialmente no ponto de reflexão (ponto onde as ondas se encontram). Esta baía também tem seu comprimento distante do comprimento de onda das componentes M2 e M4, não havendo amplificação destas (Signorini, 1980a).

### 5.1.7.6 Análise de dados secundários

#### 5.1.7.6.1 Dados do BNDO

O Banco Nacional de Dados Oceanográficos (BNDO) é administrado pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) da Marinha do Brasil, e tem como missão cadastrar,

recuperar e disseminar informações e dados oceanográficos em níveis nacional e internacional, valendo-se das comissões realizadas por navios da Marinha Brasileira e Marinha Mercante, pela comunidade científica nacional e navios estrangeiros (em águas sob jurisdição brasileira), bem como manter o intercâmbio com os centros de dados (WDC).

A Diretoria de Hidrografia e Navegação tem o encargo de gerenciar o BNDO e o sistema de intercâmbio Internacional de Dados e Informações Oceanográficas, de modo que as Instituições que colaboram de forma ativa com o BNDO inserem-se automaticamente na sistemática de intercâmbio, tendo acesso aos produtos e serviços resultantes de pesquisas nacionais e estrangeiras, além das publicações editadas pela DHN. Como o empreendimento em questão é da própria Marinha do Brasil, os dados do BNDO nos foram fornecidos para uso na caracterização do meio físico da Baía de Sepetiba, com o compromisso de que não serão utilizados em qualquer outra atividade que não seja de cunho científico.

Os dados do Banco Nacional de Dados foram selecionados dentro do quadrado de Marsden (QMDS) 376 e sub quadrados 23,24,33,34. O arquivo enviado pela Marinha do Brasil contém mais de 220 mil linhas, portanto foram selecionados apenas os arquivos localizados nas proximidades do experimento. Na Figura 5.1-184, abaixo, apresentamos a localização de todas as estações e na Figura 5.1-185 a localização das estações selecionadas. Em vermelho foram colocadas as estações onde existem dados de CTD (temperatura e salinidade) e em azul dados de corrente.

Na Figura 5.1-186 são apresentados os vetores de corrente das estações selecionadas. Nota-se nessa figura que as correntes na Baía de Sepetiba são dominadas por maré, apresentando quase todos os pontos amostrados o padrão de elipse de maré, com correntes de enchente e vazantes alinhadas com o eixo do canal. A única exceção é o ponto localizado na entrada na Baía, onde nota-se a dominância de correntes de vazante.

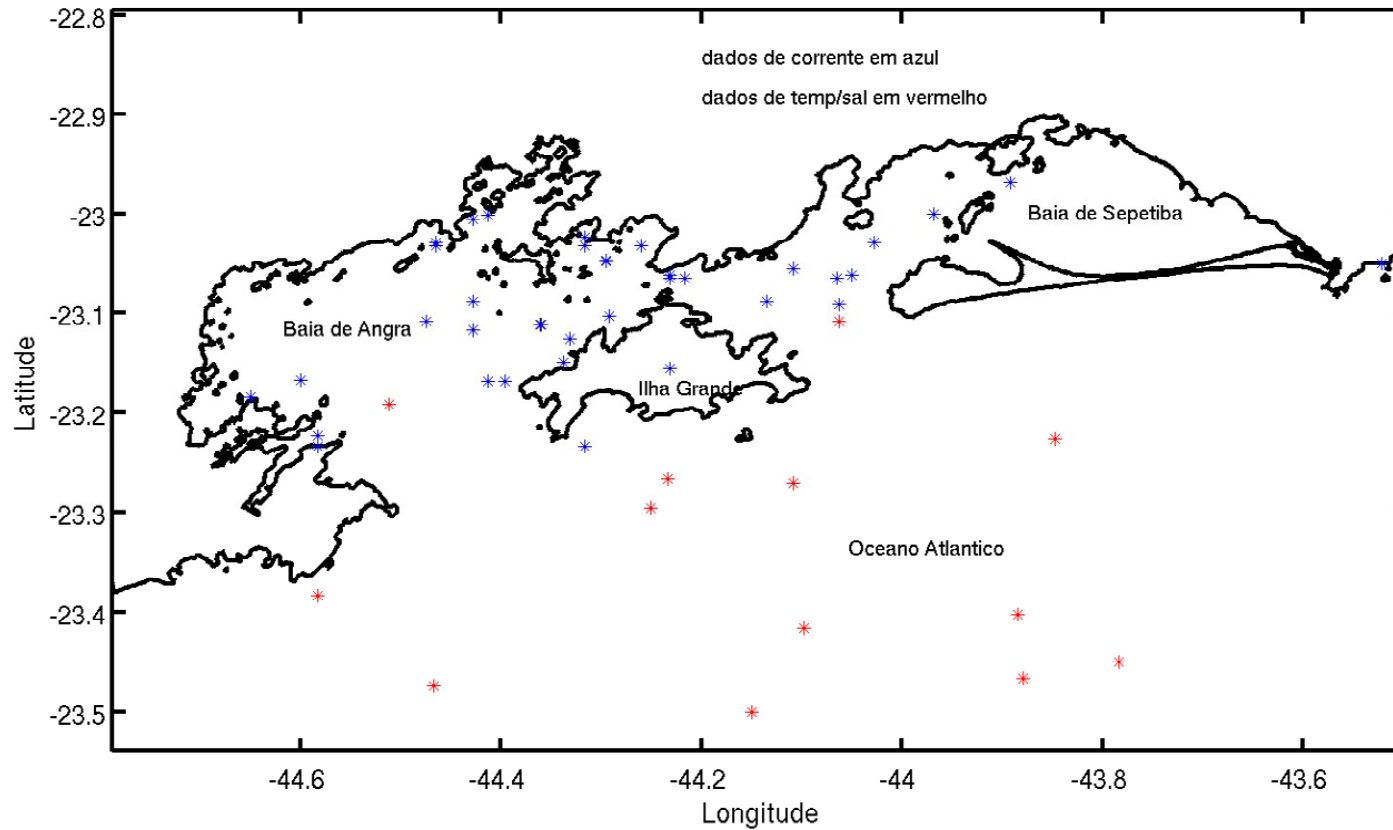


Figura 5.1-184 - localização dos dados disponíveis no Banco de Dados da Marinha. Em azul são apresentados locais de coleta de dados de correntes e em vermelho locais de coleta de dados de CTD.

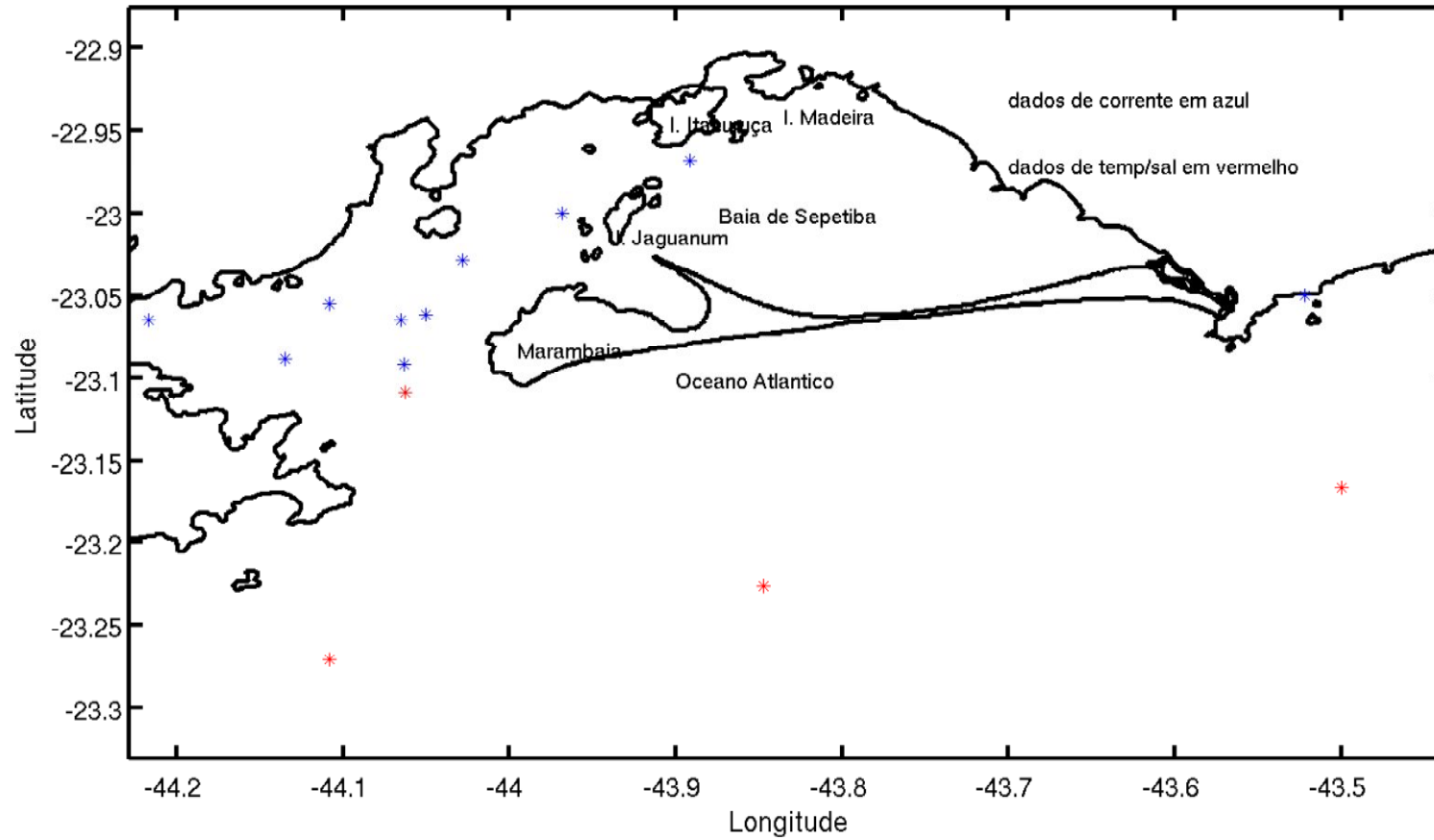


Figura 5.1-185 - Localização das estações selecionadas para esse relatório.

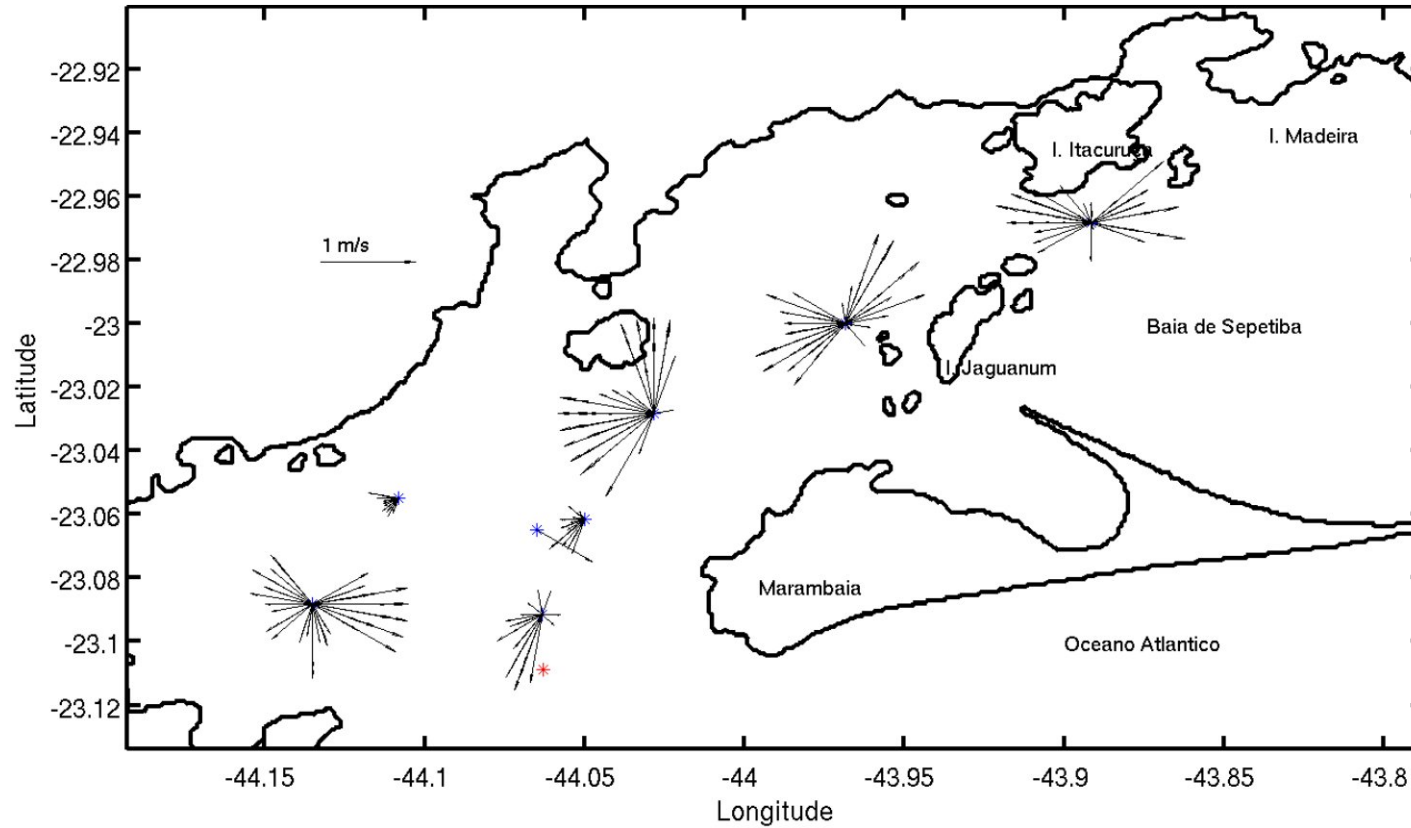


Figura 5.1-186 - Vetores de corrente das estações selecionadas

### 5.1.7.7 Levantamento Histórico da Evolução Geomorfológica da Linha de Costa

A reconstituição histórica da evolução geomorfológica da linha de costa da baía de Sepetiba foi feita a partir da geração e análise de modelos (MDT) por SAMPAIO (2009). Os modelos trabalhados foram construídos a partir de uma série histórica de cartas náuticas, e permitiram a visualização das formas de fundo e contorno da baía de Sepetiba, possibilitando uma avaliação tanto da evolução morfológica recente, a partir da comparação entre as cartas, quanto uma avaliação dos lineamentos que controlam as formas da Baía e influenciam na dinâmica sedimentar (SAMPAIO, 2009).

Embora muito discutido, o uso de séries históricas de cartografia náutica, para a avaliação espaço-temporal dos processos de erosão e sedimentação nos ambientes costeiros, é uma metodologia amplamente utilizada na investigação científica (CONCEJO et al., 2002, OLIVEIRA, 1996, AMADOR, 1997, BORGES 1990, RONCARATTI & BARROCAS, 1978, GUERREIRO E GODINHO, 2006, apud SAMPAIO, 2009). Seu uso pode ser validado quando a metodologia empregada na confecção das cartas é considerada no processo de análise, e esta seja realizada com o balizamento de outras evidências, preferencialmente originadas da identificação de feições geomorfológicas e/ou outros testemunhos geológicos. Por consequência, a cartografia náutica antiga deve ter uma utilização cautelosa, e cada carta deve ser analisada individualmente, antes de se proceder a qualquer tipo de compilação de informação com fonte nas mesmas” (GUERREIRO E GODINHO, 2006, apud SAMPAIO, 2009).

Levando em conta as considerações acima, SAMPAIO (2009) avaliou três cartas batimétricas datadas de 1868, 1935 e 2003, como base para construção do MDT

**Quadro 5.1-15 - Descrição das cartas náuticas utilizadas na análise**

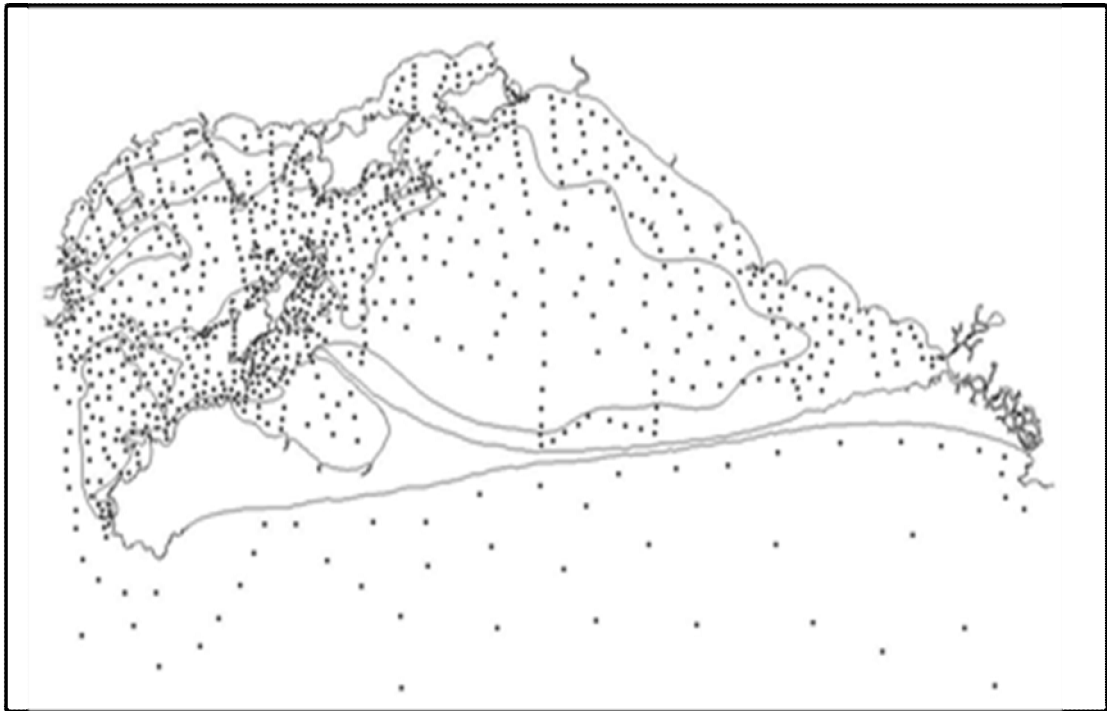
| Ano  | Título                                                                          | Instituição/Autor                                                 | Escala                            | Edição    |
|------|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|-----------|
| 1868 | Carte des Baies Sapetiba et Marambaya Batimétrica da Missão da Marinha Francesa | Amedée E. B. Mouchez, / acervo da Biblioteca da Marinha do Brasil | Sem Referência<br>aprox. 1:50.000 | S/R       |
| 1935 | Carta Batimétrica nº 1610                                                       | DHN                                                               | 1:50.000                          | 1ª Edição |
| 2003 | Carta Batimétrica nº 1622                                                       | DHN                                                               | 1:40122                           | 3ª Edição |

Nesse trabalho, a solução visual do MDT foi feita a partir da interpolação triangular dos pontos (x, y, z) e das linhas batimétricas, e a acuidade do modelo dependeu tanto da quantidade de dados como do seu padrão de distribuição (densidade).

A carta de 1861 continha 864 (Figura 5.1-187) pontos com cotas batimétricas, com distribuição mais densa nos setores leste, sobretudo entre as ilhas da Marambaia, Jaguanum, Itcuruçá e Ilha da Madeira, e norte; e menos densidade no setor sul, com



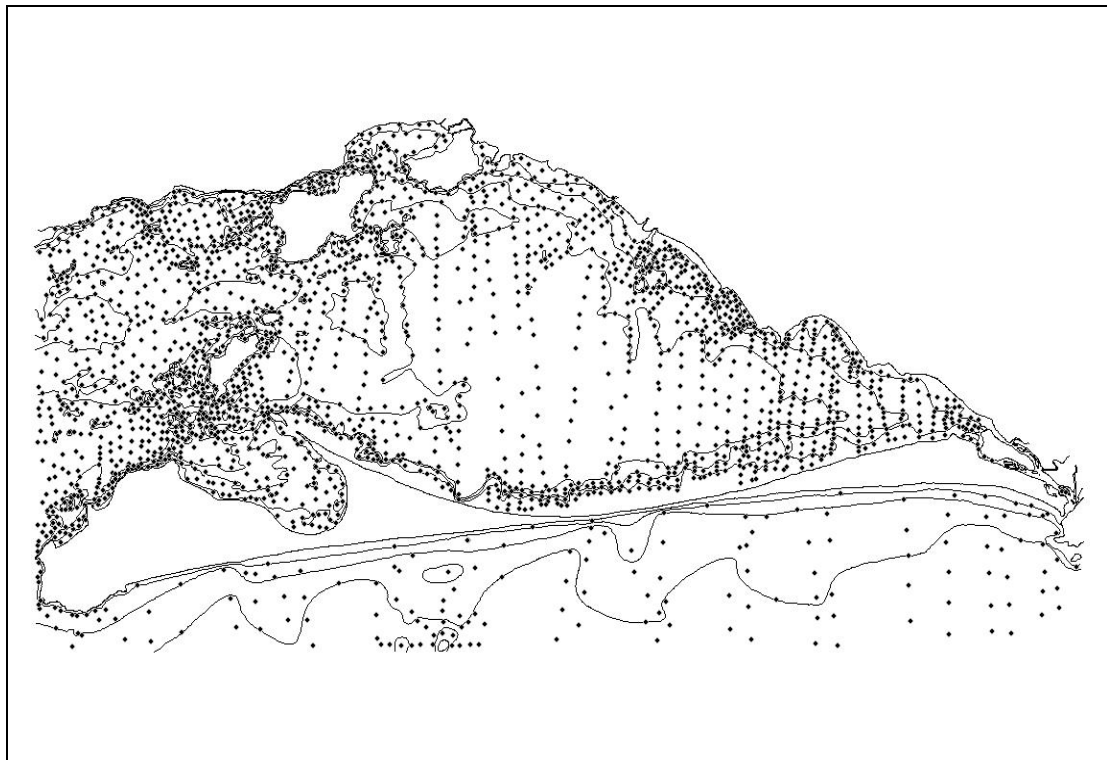
poucos pontos sondados na faixa paralela à Restinga e áreas oceânica adjacente (SAMPAIO, 2009).



**Figura 5.1-187 - Linhas batimétricas e de contorno e pontos vetORIZADOS da carta de 1861.**

**Fonte : SAMPAIO, 2009.**

A carta de 1935 é a que contém maior número de pontos, num total de 2.191 cotas batimétricas. A maior densidade dos pontos localiza-se nas margens continentais e da Restinga da Marambaia, assim como na região entre as ilhas Marambaia, Jaguanum, Itcuruçá e Ilha da Madeira. A “linearidade” dos pontos é resultante da rota de navegação (Figura 5.1-188).



**Figura 5.1-188 - Linhas batimétricas e de contorno e pontos vetorizados da carta de 1935.**

**Fonte : SAMPAIO, 2009.**

Finalmente, a carta de 2003 (3a edição da carta 1622), conta com 1614 pontos distribuídos com maior homeogeneidade resultante do tratamento estatístico dos dados da sondagem multifeixe (Figura 5.1-189).





**Figura 5.1-189 - Linhas batimétricas e de contorno e pontos vetorizados da carta de 2003.**

**Fonte : SAMPAIO, 2009**

Os Modelos Digitais de Terreno (MDT) resultantes estão resultantes estão reproduzidos na Figura 5.1-190, Figura 5.1-191 e Figura 5.1-192. A partir da Figura 5.1-193 até a Figura 5.1-198 foi representada a aplicação do exagero vertical, seguidas de uma visualização em perspectiva (tomada de leste para oeste) obtida através do recurso de visualização tridimensional.

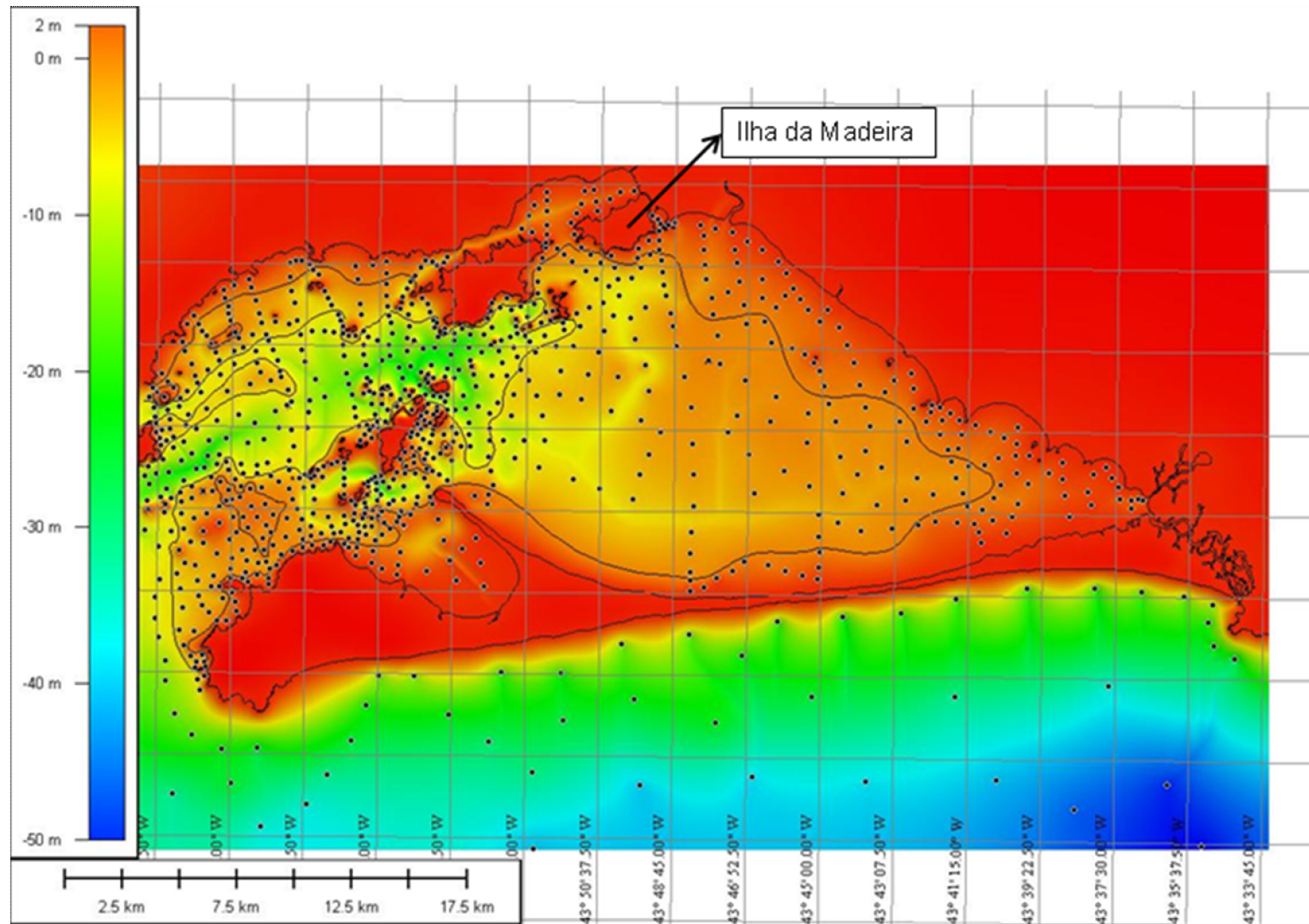


Figura 5.1-190 – MDT resultante dos dados da carta náutica de 1868. Fonte: Sampaio (2009)

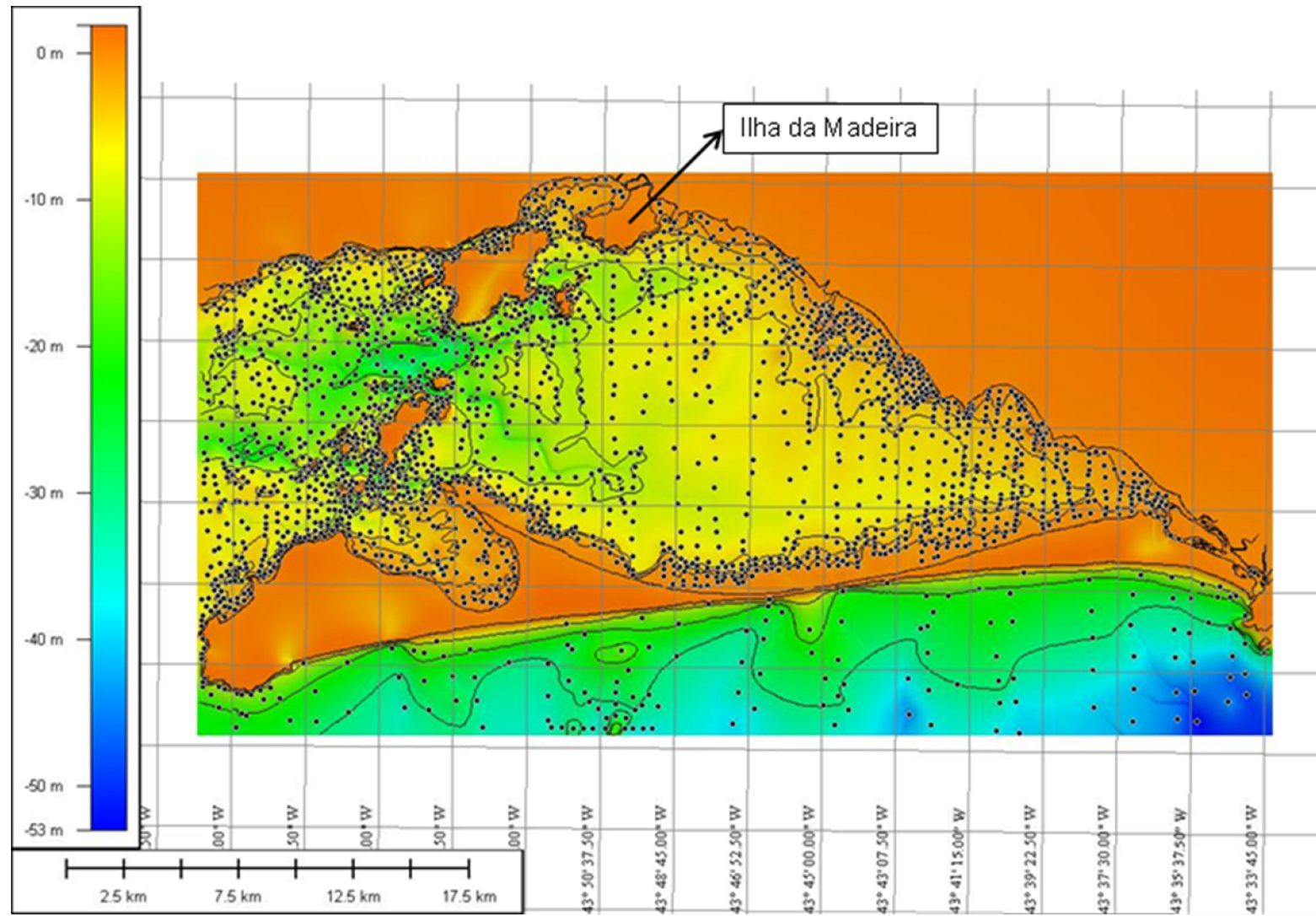


Figura 5.1-191 – MDT resultante dos dados da carta náutica de 1935. Fonte: Sampaio (2009)



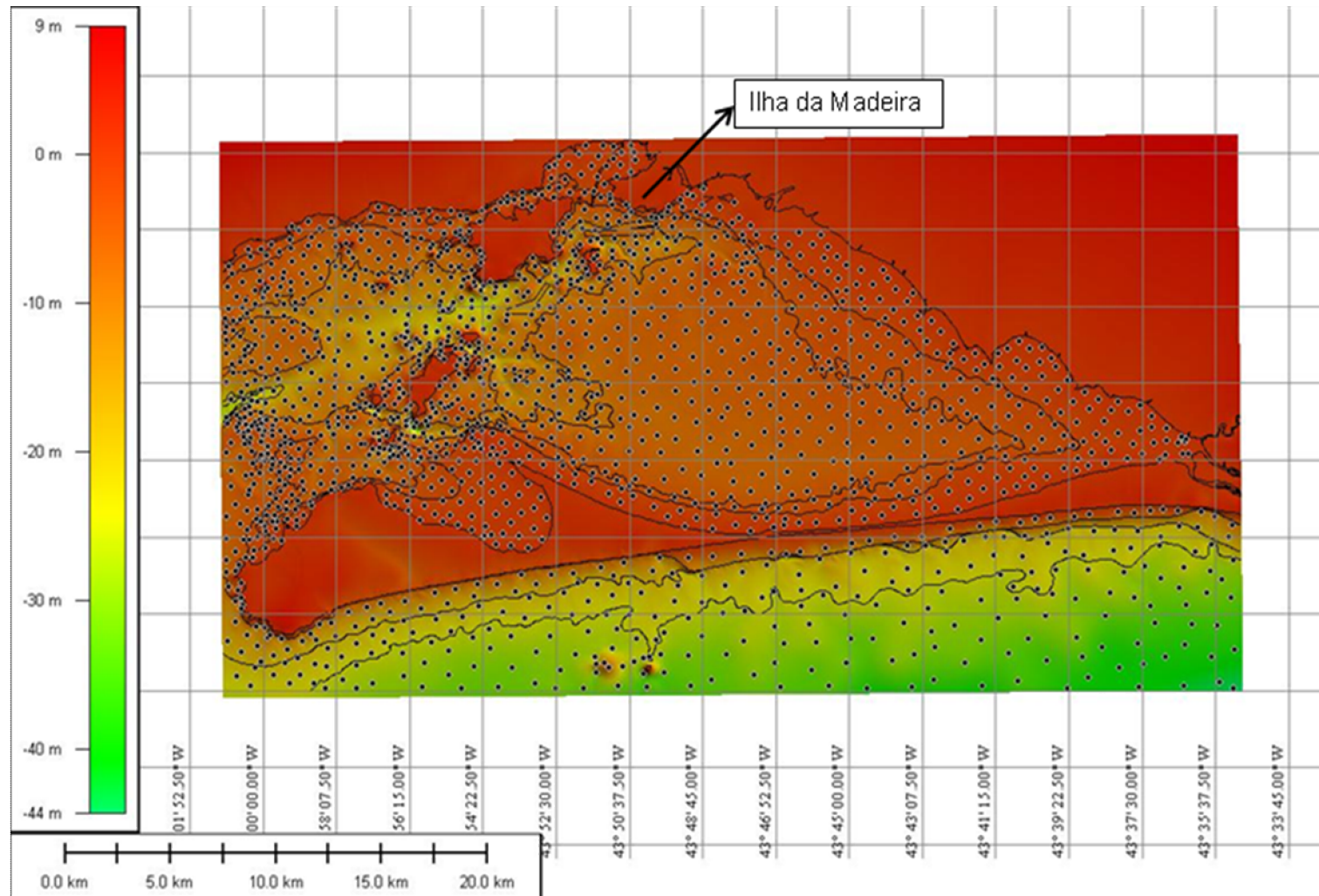


Figura 5.1-192 – MDT resultante dos dados da carta náutica de 2003. Fonte: Sampaio (2009)

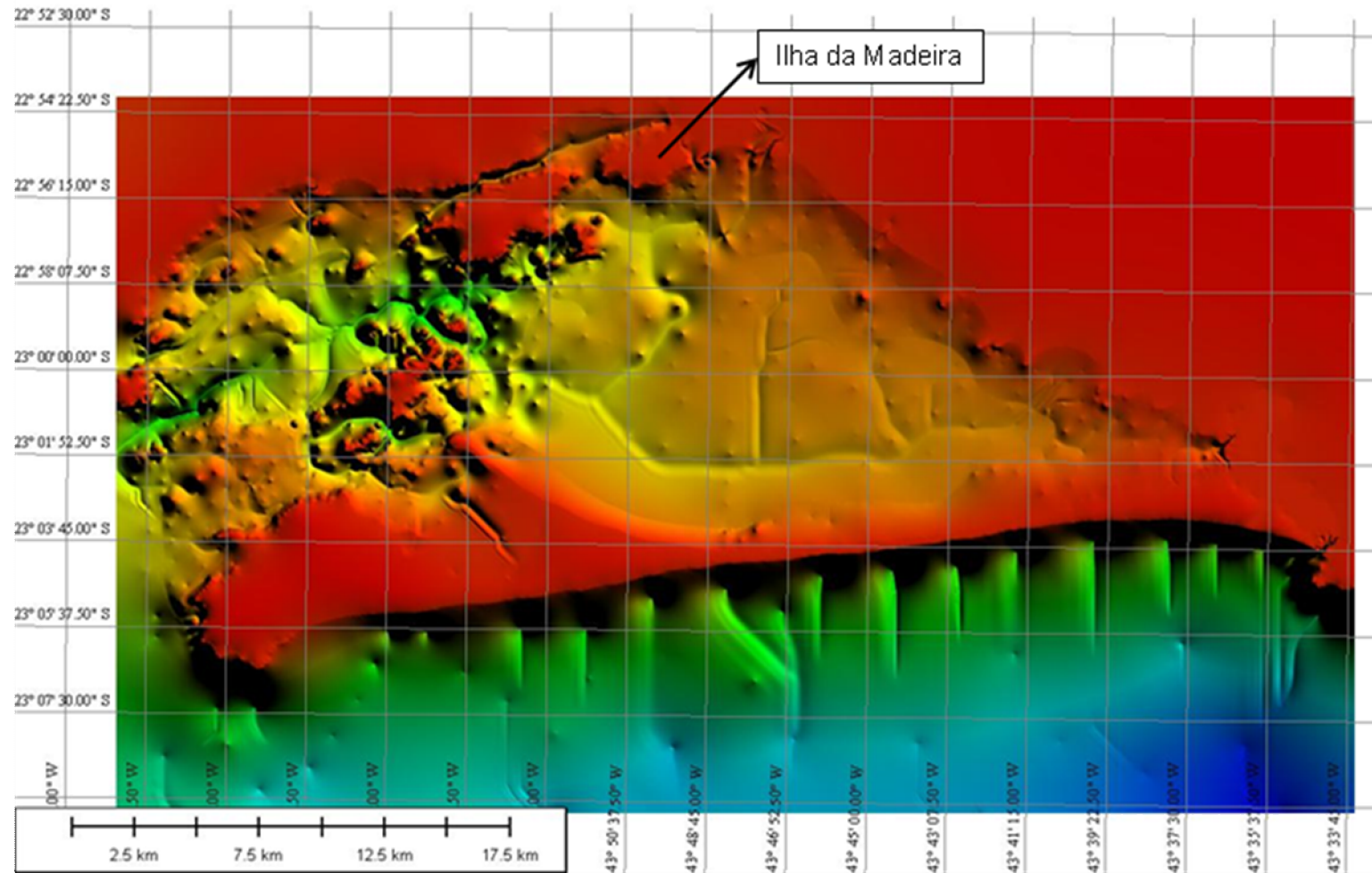


Figura 5.1-193 – MDT da carta náutica de 1868 com exagero vertical (fator de escala 20). Fonte: Sampaio (2009)

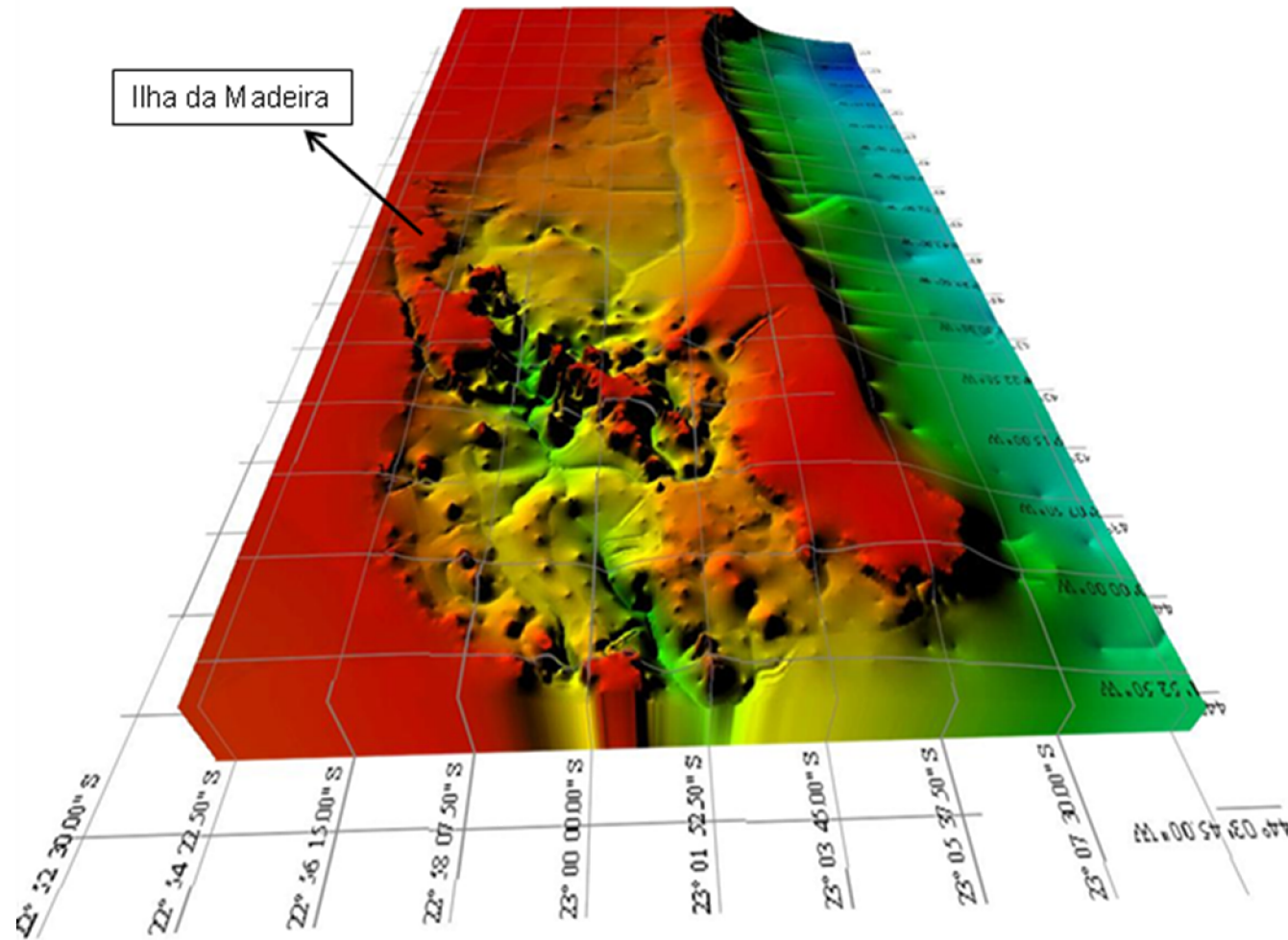


Figura 5.1-194 - MDT da carta de 1861 com exagero vertical e visualização em perspectiva tomada de Oeste para Leste.

Fonte : SAMPAIO, 2009.



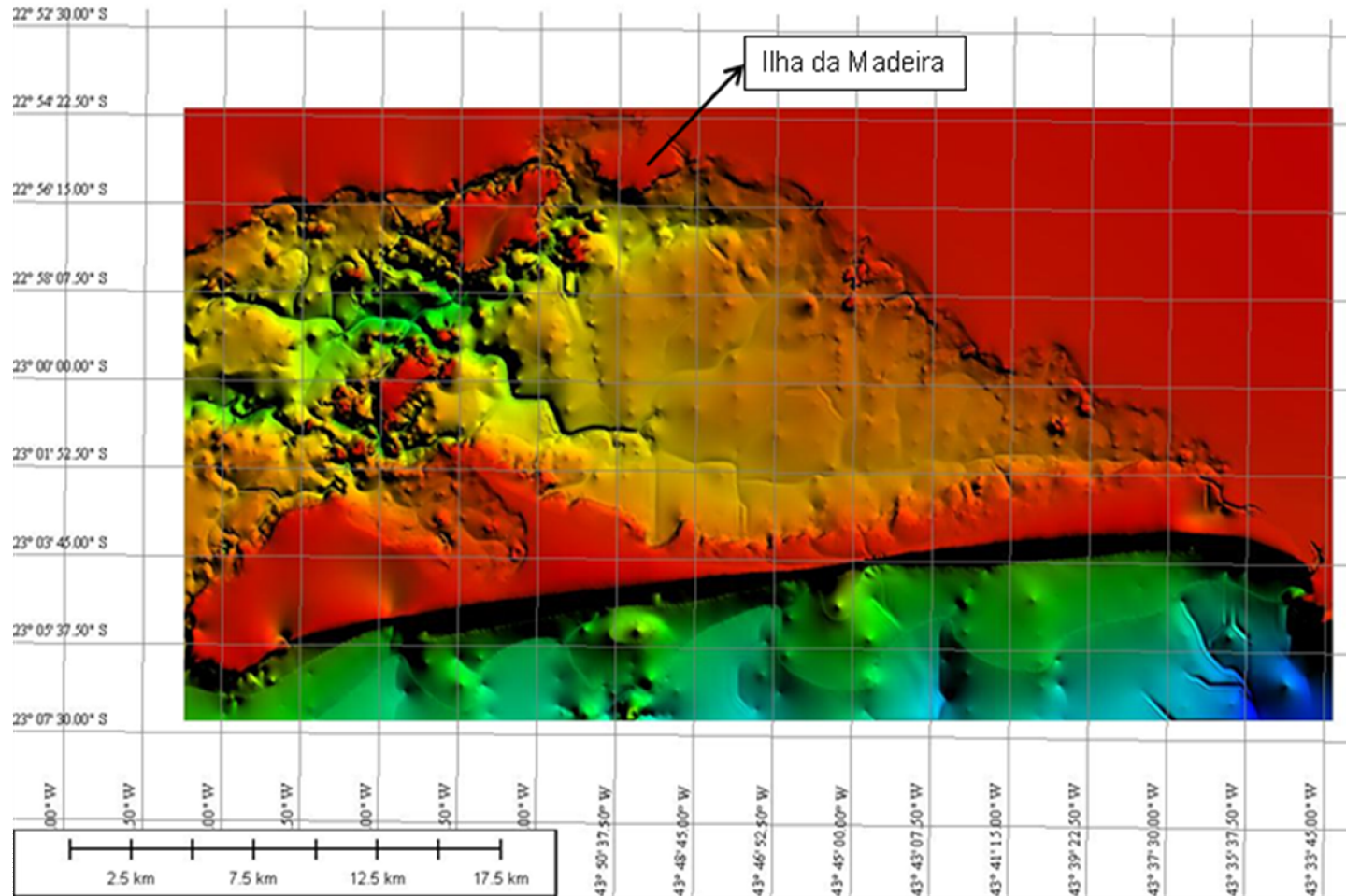


Figura 5.1-195 - MDT da carta de 1935 com exagero vertical (fator de escala 20).

Fonte : SAMPAIO, 2009.

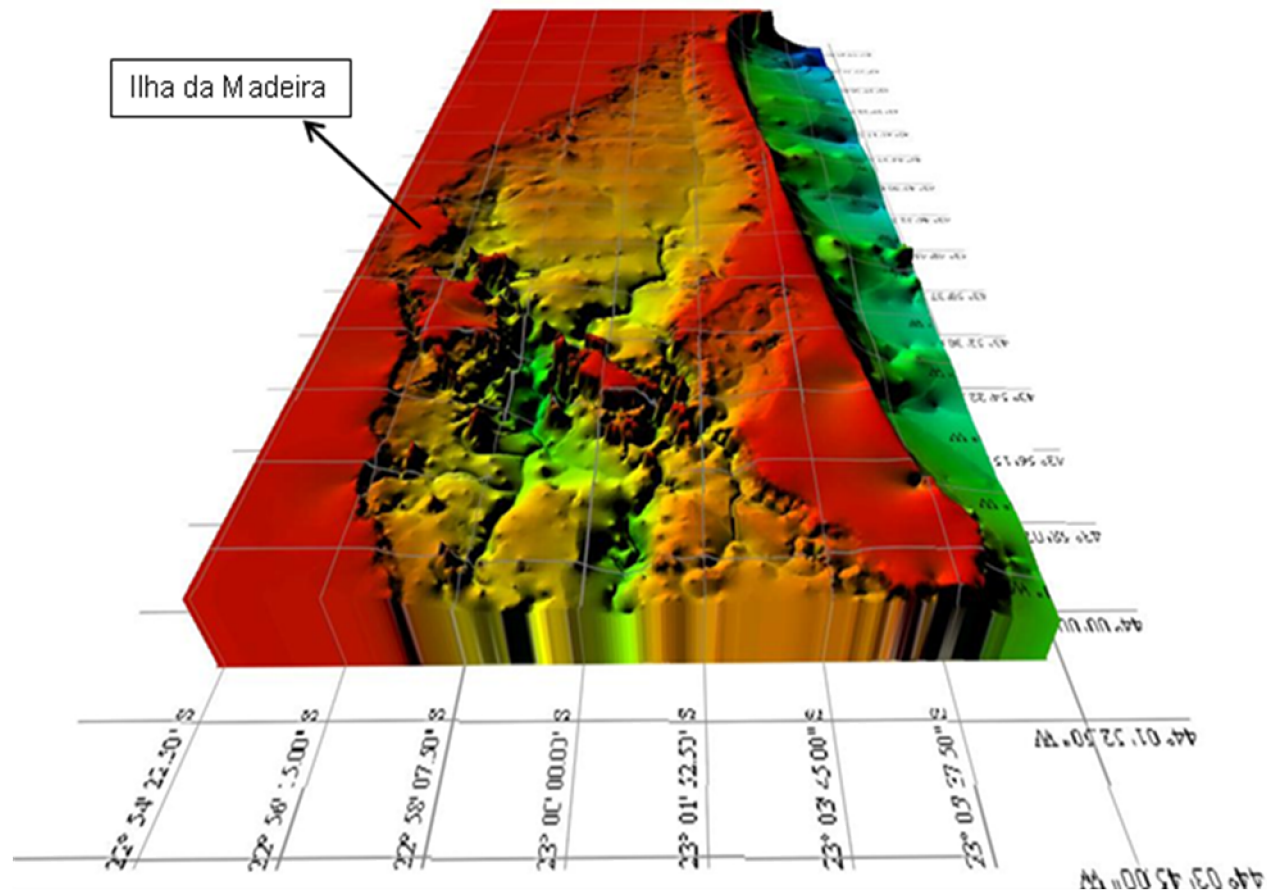


Figura 5.1-196 - MDT da carta de 1935 com exagero vertical e visualização em perspectiva tomada de Oeste para Leste.

Fonte : SAMPAIO, 2009.



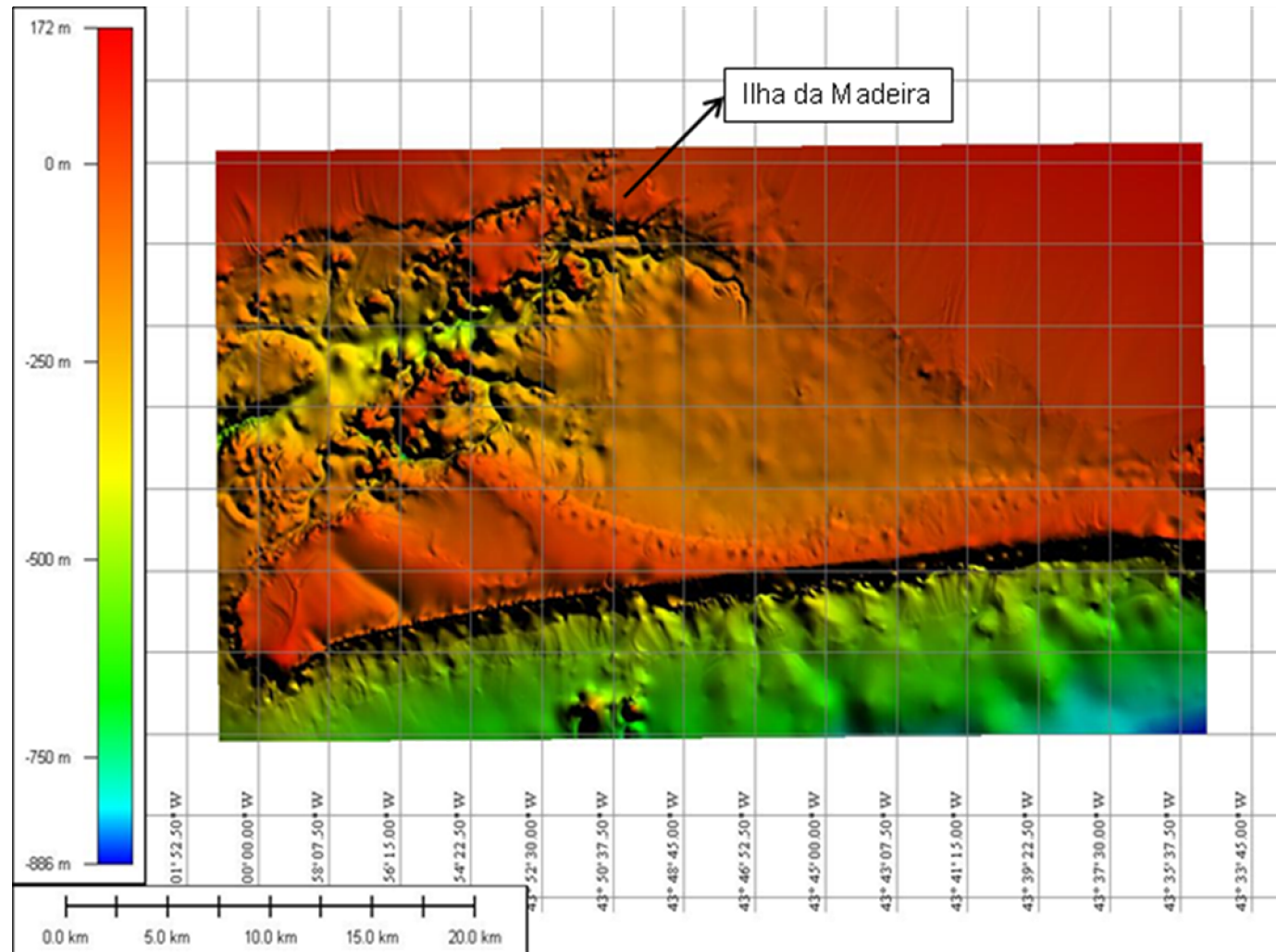


Figura 5.1-197 - MDT da carta de 2003 com exagero vertical (fator de escala 20).

Fonte : SAMPAIO, 2009.

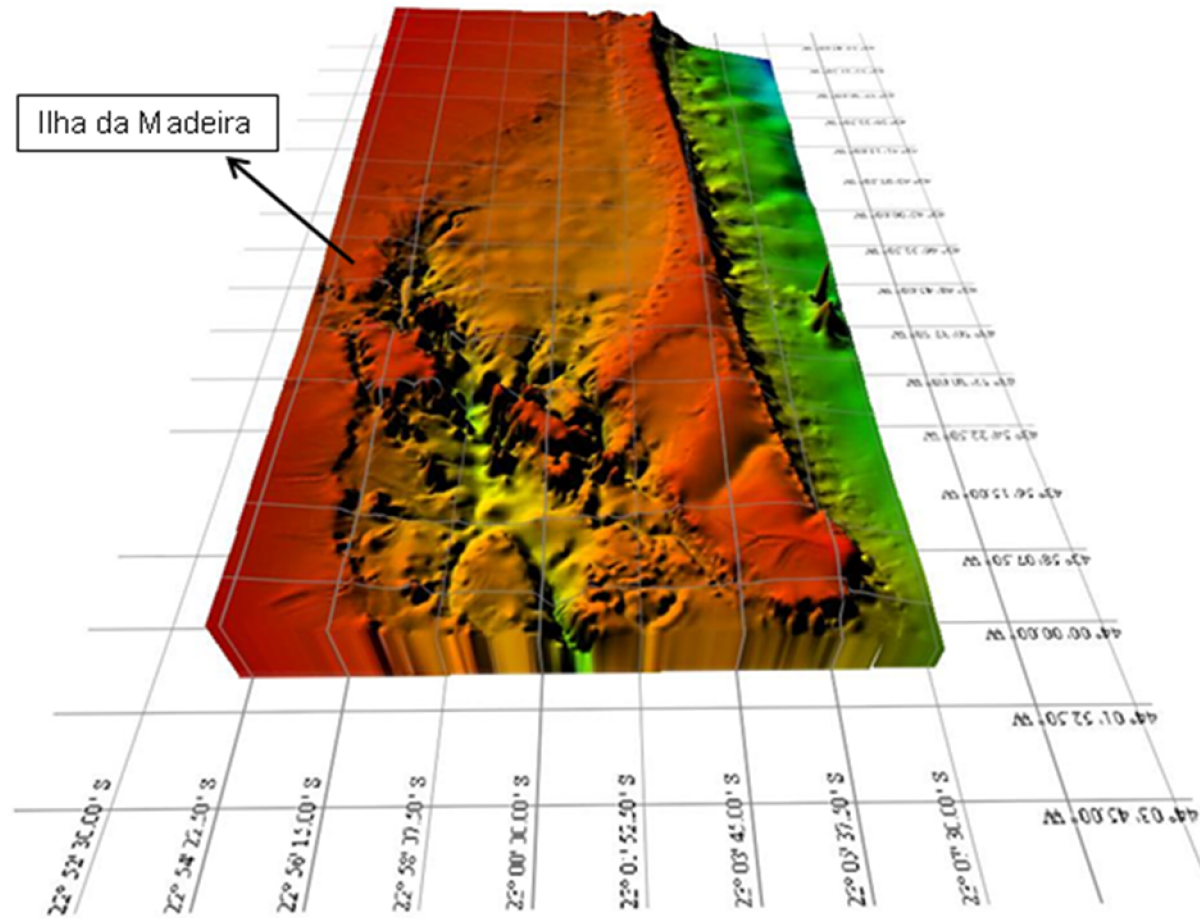


Figura 5.1-198 - MDT da carta de 2003 com exagero vertical e visualização em perspectiva tomada de Oeste para Leste.Fonte : SAMPAIO, 2009.

#### 5.1.7.7.1 Comparação de perfis batimétricos

Sobre os MDT SAMPAIO (2009) traçou alguns perfis batimétricos representativos da evolução morfológica recente da Baía de Sepetiba (Figura 5.1-199), observando que, em função de importantes mudanças morfológicas na linha de contorno, sobretudo no litoral continental, com mudanças na drenagem, acentuada progradação e coroamento de ilhas, nem sempre os perfis puderam ser traçados a partir das mesmas coordenadas. Além disso, a mesma autora também considerou algumas distorções resultantes dos diferentes métodos cartográficos empregados na confecção das cartas trabalhadas, o que também dificultou o traçado de linhas totalmente equivalentes, tendo optado por uma aproximação visual, procurando repetir a mesma linha reta a partir de pontos fixos (pontas rochosas, por exemplo) ou grade de coordenadas (SAMPAIO, 2009).

A partir da Figura 5.1-199 até Figura 5.1-206 estão representados os perfis traçados para cada uma das cartas, que permitiram uma avaliação das mudanças morfológicas e da dinâmica sedimentar.

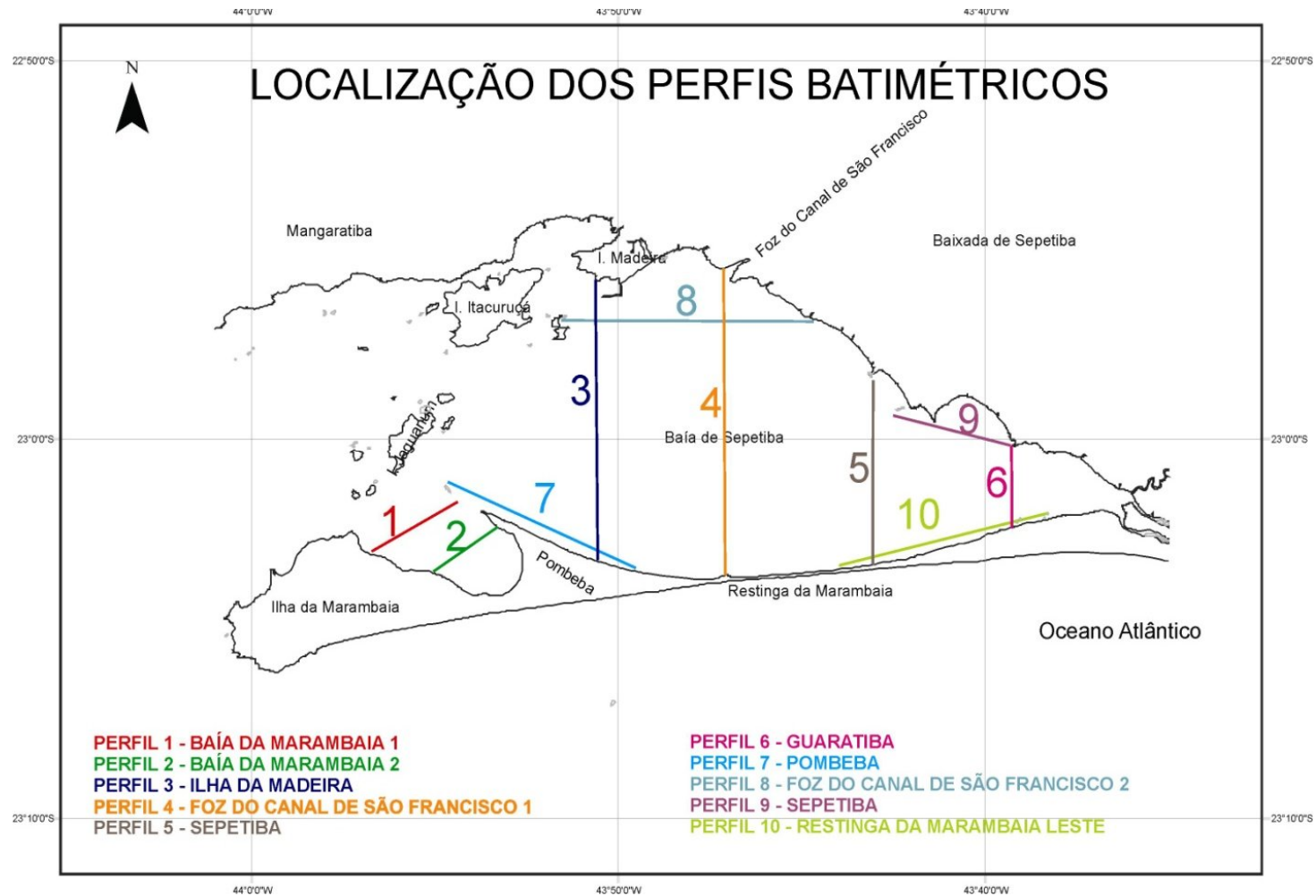


Figura 5.1-199 - Localização dos perfis batimétricos analisados.

Fonte : SAMPAIO, 2009.

# PERFIL 1 - BAÍA DA MARAMBAIA 1

SO → NE

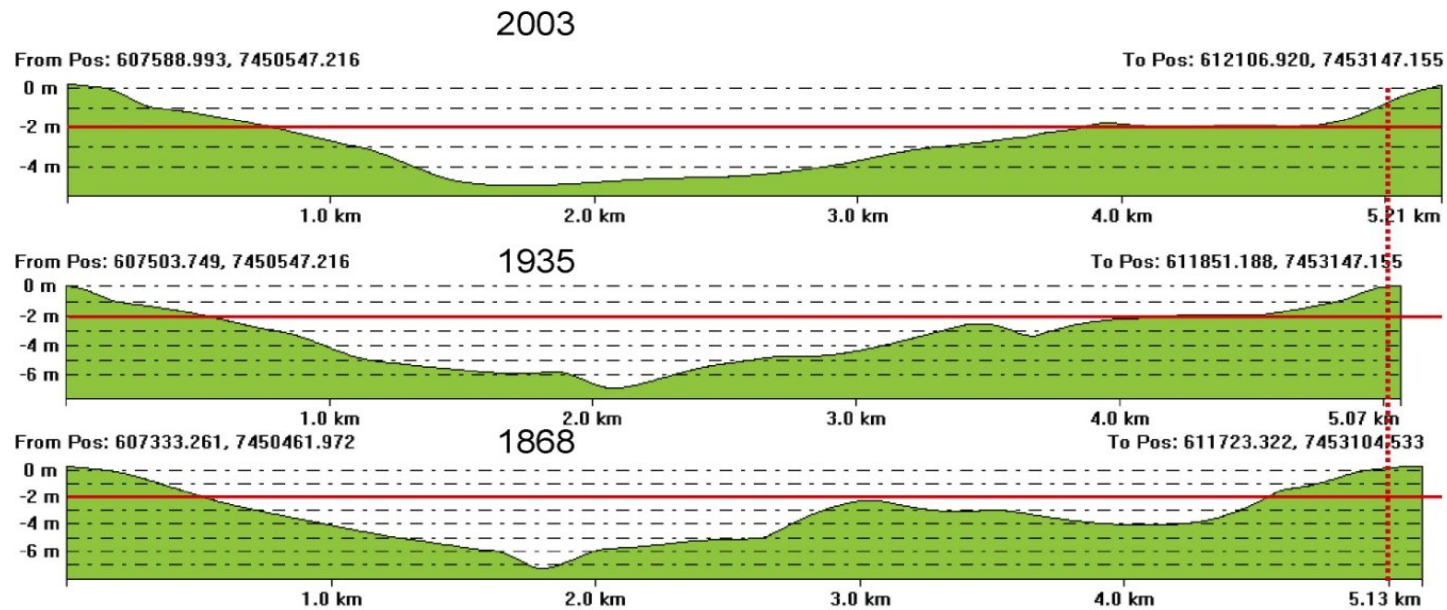
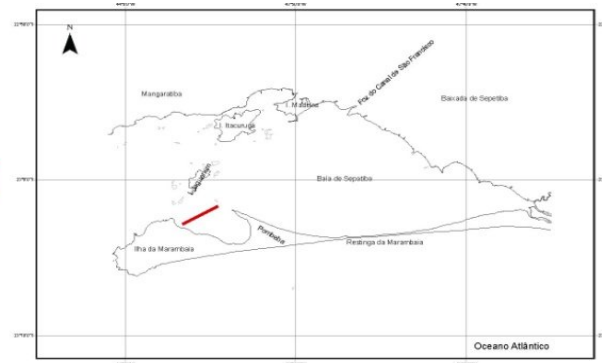


Figura 5.1-200 - Perfil 1 - Baía da Marambaia 1 – da Ilha da Marambaia à Ilha da Pombeba.

Fonte : SAMPAIO, 2009



## PERFIL 2 - BAÍA DA MARAMBAIA 2

SO → NE

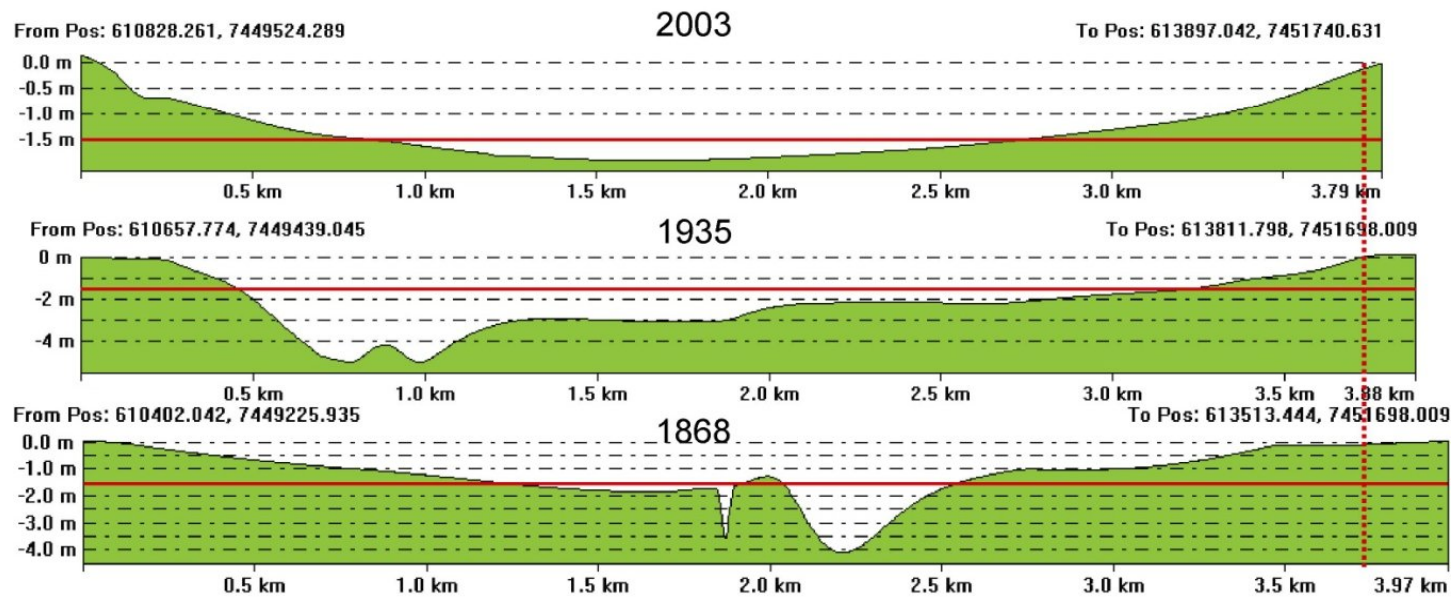
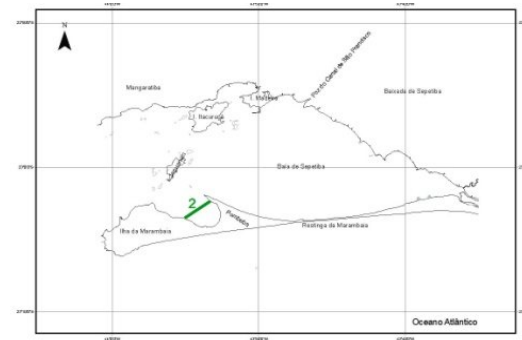


Figura 5.1-201 - Perfil 2 - Baía da Marambaia 2 - da Ilha da Marambaia à Ponta da Pombeba.

Fonte : SAMPAIO, 2009.

## PERFIL 3 - ILHA DA MADEIRA

N → S

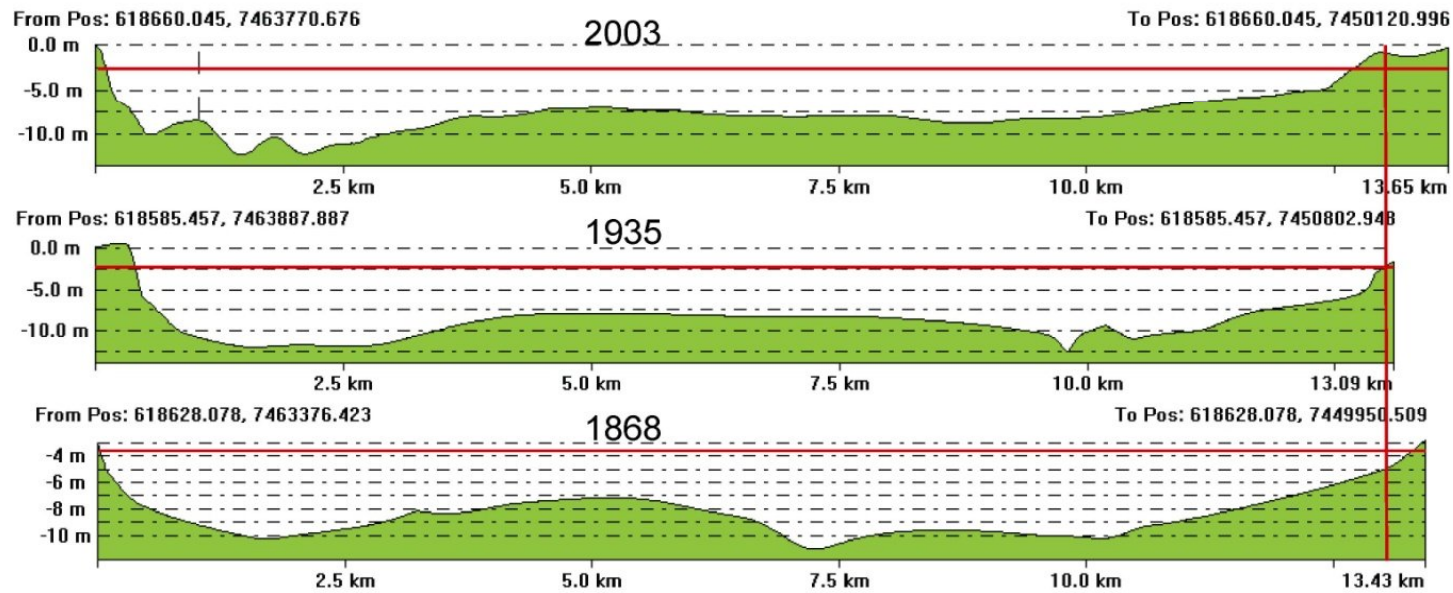
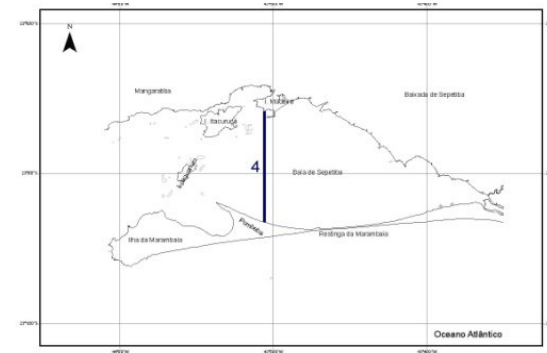


Figura 5.1-202 - Perfil 3 – Ilha da Madeira – da Ilha da Madeira à Pombeba. Fonte : SAMPAIO, 2009.

## PERFIL 4 - FOZ DO CANAL DE SÃO FRANCISCO 1

N → S

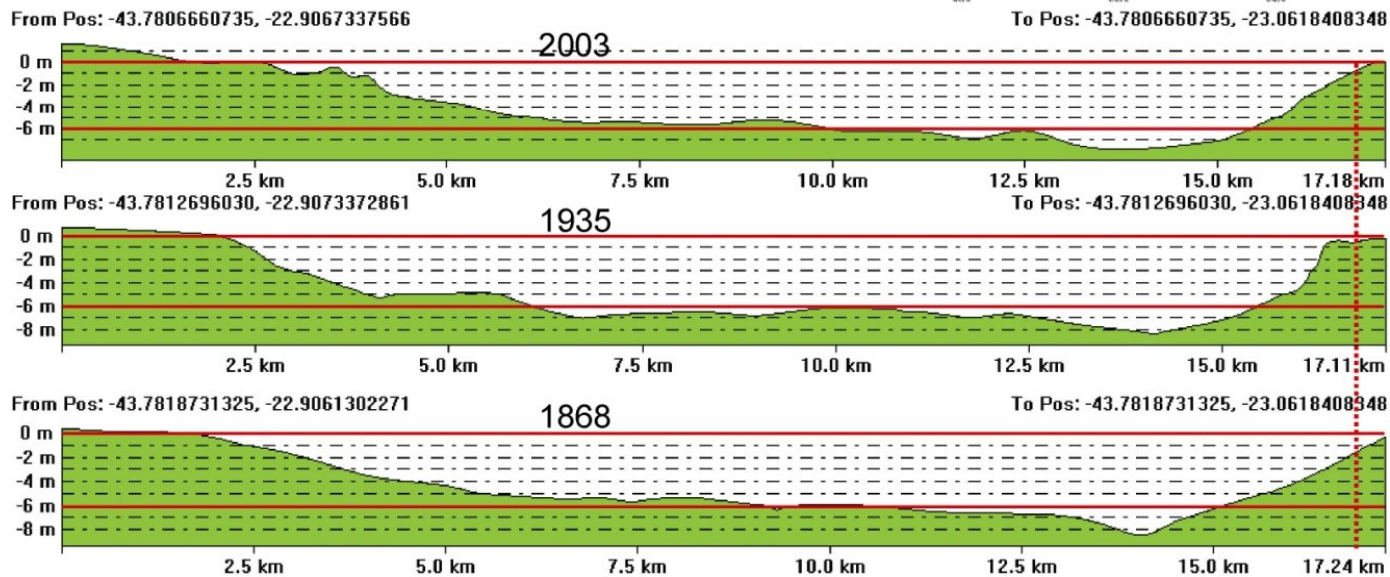
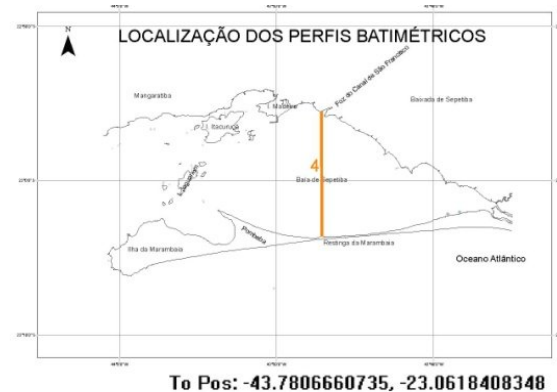


Figura 5.1-203 - Perfil 4 – Foz do Canal de São Francisco – da foz do Canal de São Francisco à Restinga. Fonte : SAMPAIO, 2009.



## PERFIL 5 - SEPETIBA

N → S

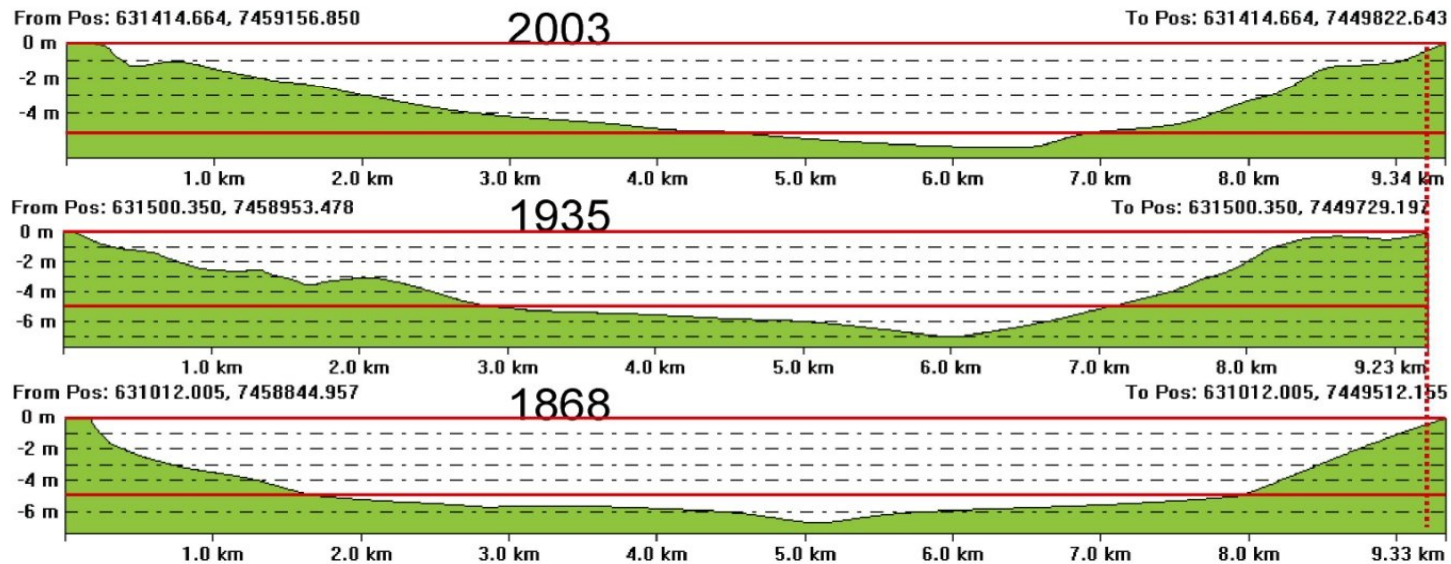
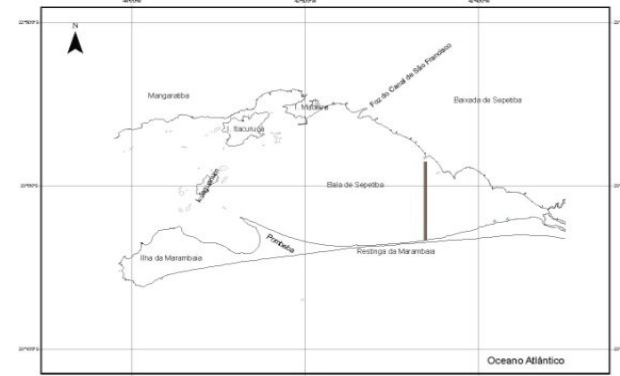


Figura 5.1-204 - Perfil 5 – Sepetiba – da Ilha da Pescaria à Restinga. Fonte : SAMPAIO, 2009.

## PERFIL 6 - GUARATIBA

N → S

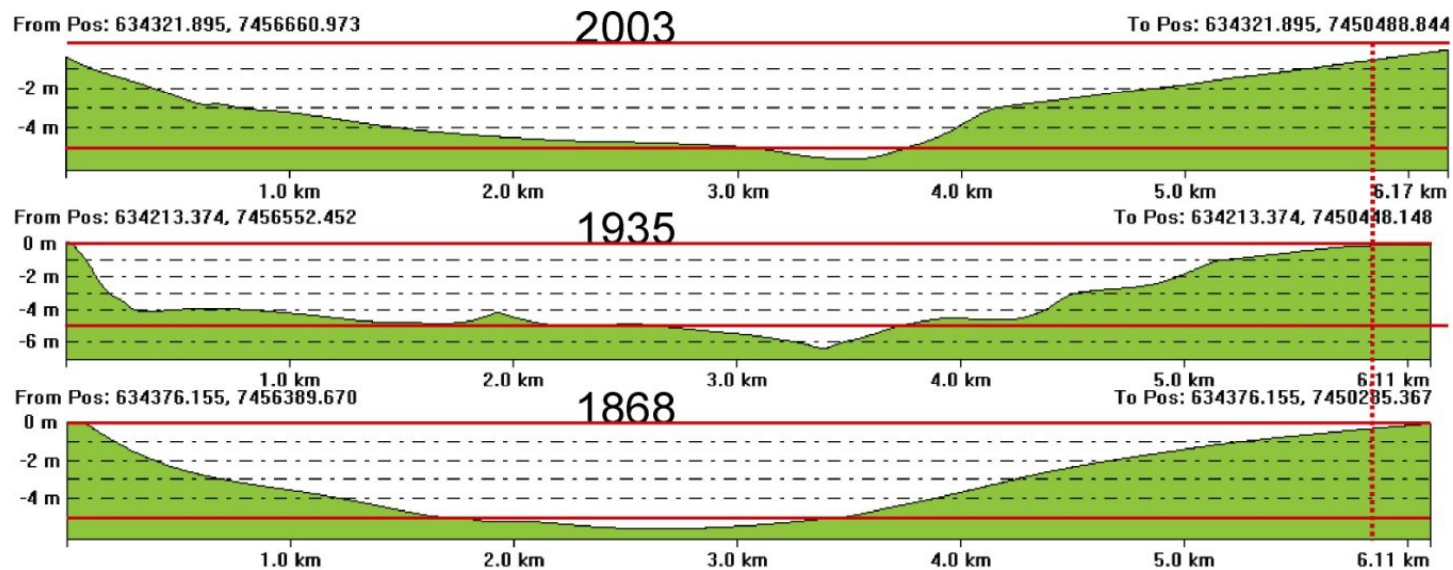
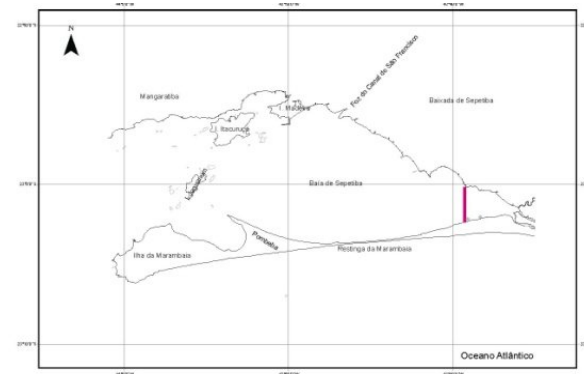


Figura 5.1-205 - Perfil 6 – Guaratiba – da Ponta Grossa à Restinga.

Fonte : SAMPAIO, 2009.

## PERFIL 7 - POMBEBA

NO → SE

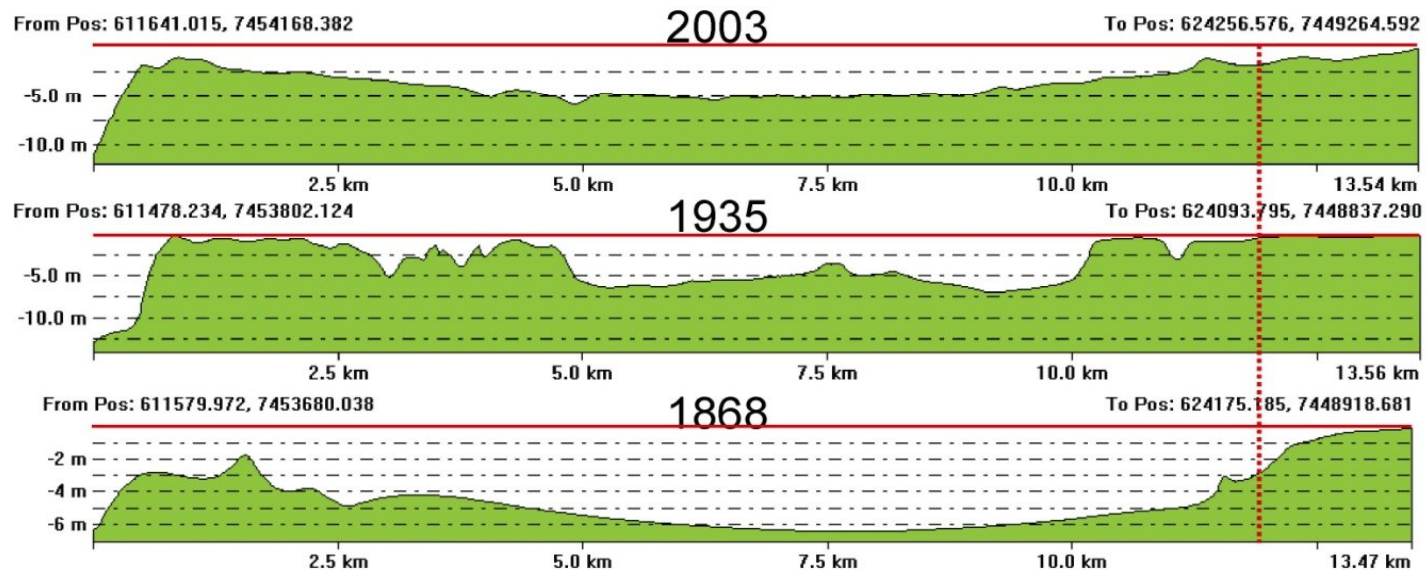
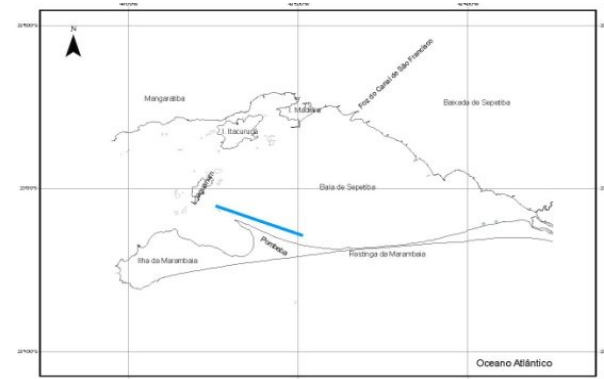


Figura 5.1-206 - Perfil 7 – Pombeba – da Ilha da Pombeba à Restinga. Fonte : SAMPAIO, 2009.

## PERFIL 8 - FOZ DO CANAL DE SÃO FRANCISCO 2

O → L

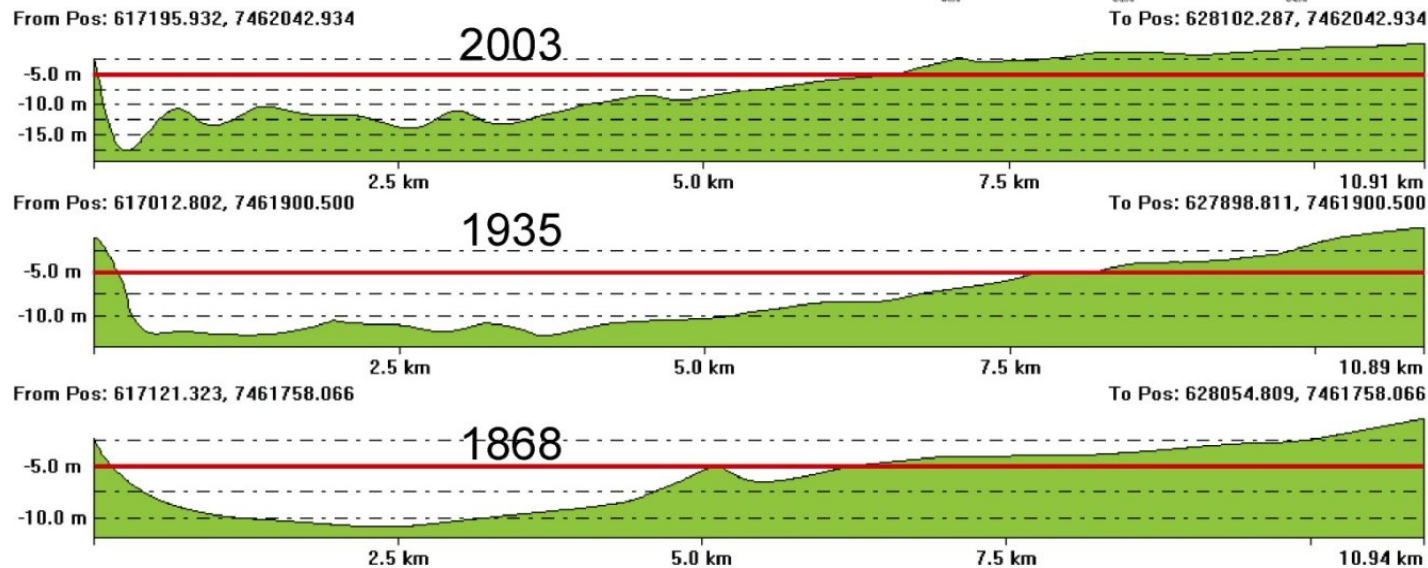
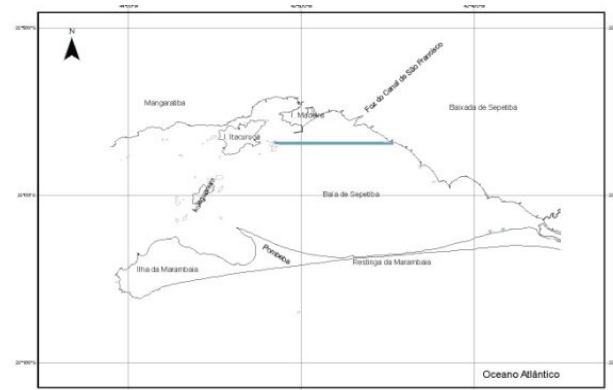


Figura 5.1-207 - Perfil 8 – Foz do Canal de São Francisco 2 – da Ilha dos Martins / Foz do Canal do Guandu.

Fonte : SAMPAIO, 2009.



## PERFIL 9 - SEPETIBA

NO → SE

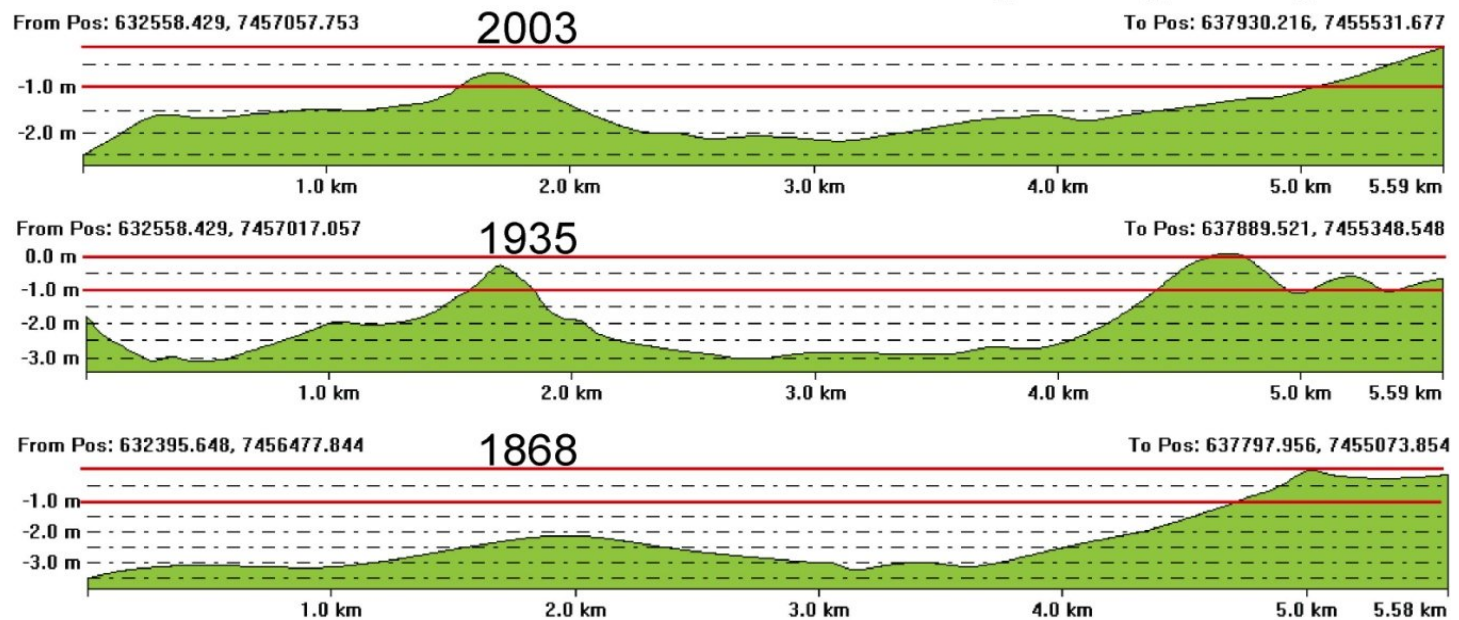
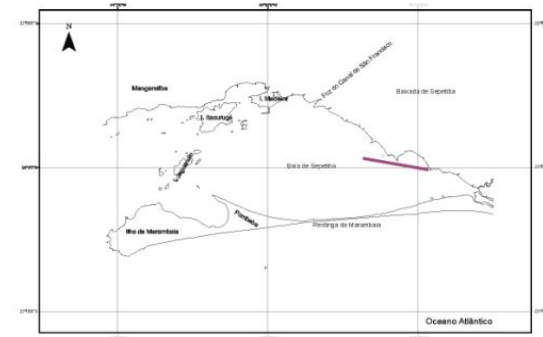


Figura 5.1-208 - Perfil 9 – Sepetiba 2 – de Santa Cruz à Ponta Grossa.

Fonte : SAMPAIO, 2009.

## PERFIL 10 - RESTINGA DA MARAMBAIA LESTE

O → L

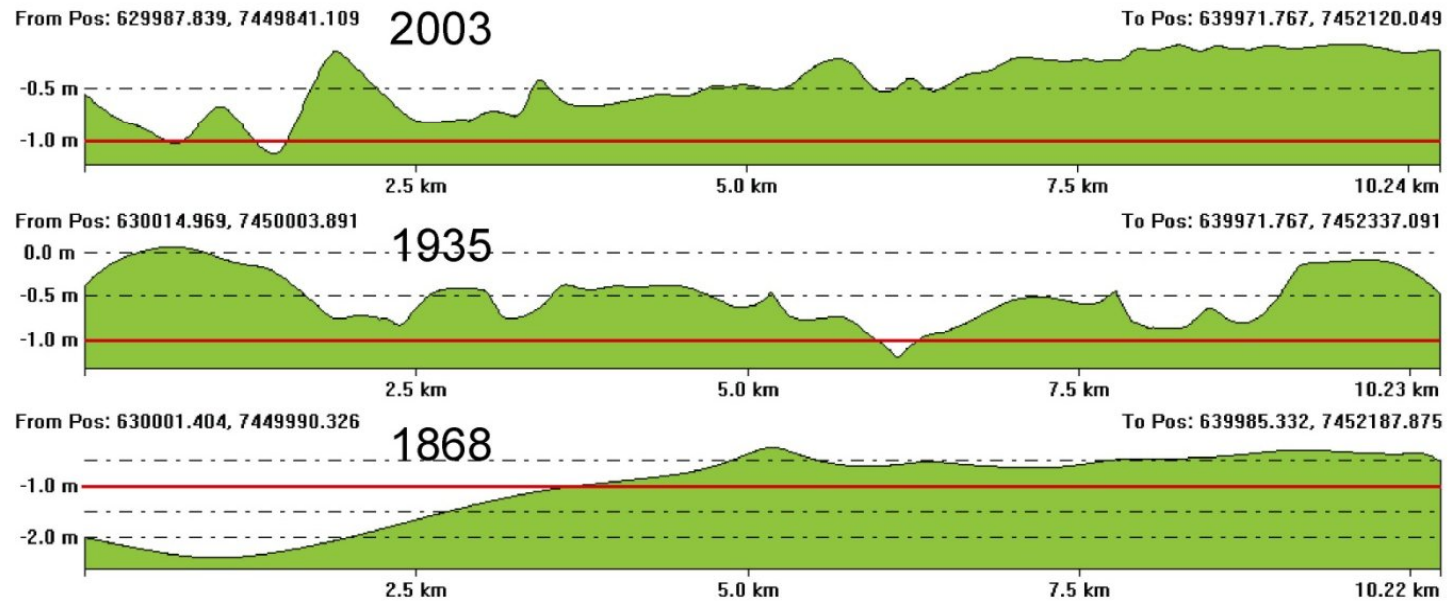
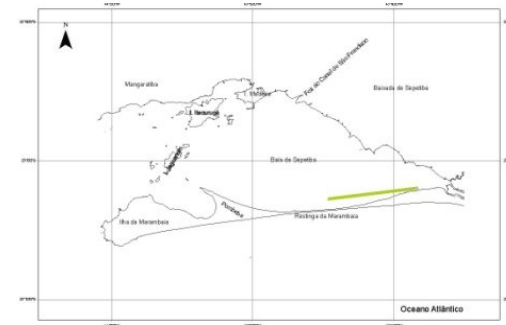


Figura 5.1-209 - Perfil 10 – Restinga da Marambaia - do Pernambuco ao Caex.

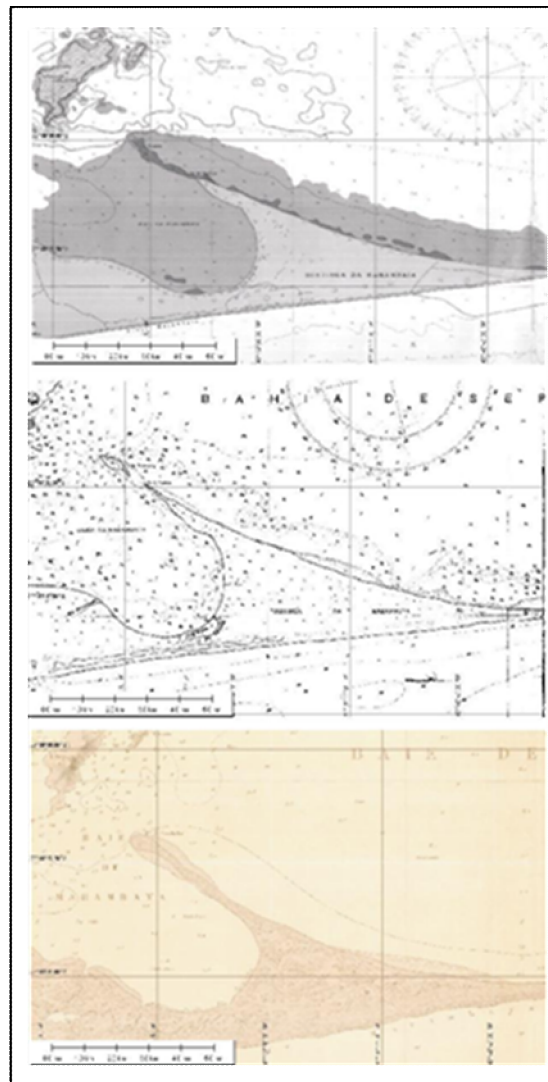
Fonte : SAMPAIO, 2009.

#### 5.1.7.7.2 Perfis 1 e 2

Os perfis 1 e 2, tomados na Baía da Marambaia evidenciaram que esta enseada encontra-se em processo generalizado de assoreamento, com perda expressiva de profundidade (em média menos 2 metros). Na entrada da Baía (Perfil 1), a profundidade máxima que era de aproximadamente 6,25 metros (em 1868) e 7,0 metros (em 1935), não ultrapassava os 5 metros em 2003. Essa mesma diferença ainda é um pouco maior no fundo da Baía (Perfil 2), onde a profundidade, que atingia os 4 metros (1868) e 5 metros (1935) não atingia os 2 metros em 2003.

A perda de profundidade, entretanto, não corresponde a um avanço da linha de praia que, ao contrário, encontram-se em retrogradação, tendo recuado aproximadamente 200 metros entre 1868 e 2003. A erosão encontra-se localizada, sobretudo, no Pontal da Pombeba que, em 1868, era uma construção contínua até a Ilha da Pombeba, ilha esta que já em 1935 encontrava-se desconectada da Restinga. O modelo de 2003 mostra que esse mesmo processo erosivo vem sendo contínuo (Figura 5.1-210) (SAMPAIO, 2009).





**Figura 5.1-210 - Erosão do Pontal da Pombeba.**

**Fonte: SAMPAIO, 2009.**

### 5.1.7.7.3 Perfil 3

O Perfil 3, que corta transversalmente a Baía de Sepetiba, da Ilha da Madeira (Porto de Itaguaí) à Pombeba, revelou um discreto e contínuo processo de assoreamento no centro e ao sul. Também nesse perfil, contrastando com o assoreamento, observa-se um recuo de aproximadamente 400 metros na Restinga. No litoral continental a morfologia de fundo sugere um entalhamento de canais. O canal mais próximo ao continente é resultante provável da dragagem para acesso ao Porto de Itaguaí, porém os dois outros um pouco mais ao sul são resultantes de mudanças na dinâmica sedimentar, revelando um maior poder de das correntes de fundo que orientam a saída das águas (SAMPAIO, 2009).

#### 5.1.7.7.4 Perfil 4

Mais a leste, o Perfil 4, tomado da Foz do Canal de São Francisco à Restinga da Marambaia evidenciou o mais notável processo sedimentar da Baía de Sepetiba. A evolução dos perfis mostra que de 1868 a 1935 ocorreu um entalhamento de canais ao norte e ao centro do perfil, e um pronunciado alargamento do canal ao sul, mais próximo à Restinga. Outra vez a Restinga apresenta um comportamento contrário, ou seja, um engrossamento do cordão arenoso.

Já entre os anos de 1935 e 2003 o processo inverte-se, com um avanço expressivo da linha de costa, que se projeta, na carta de 2003, 600 metros adentro da Baía. Essa progradação é acompanhada de um entulhamento generalizado da área submersa adjacente. Na outra extremidade do perfil evidencia-se uma migração do talvegue para o sul, acompanhado de um processo de erosão da Restinga, com um recuo de aproximadamente 490 metros da linha de praia (SAMPAIO, 2009).

#### 5.1.7.7.5 Perfil 5

A série de perfis traçados da Ilha da Pescaria à Restinga da Marambaia (Perfil 5) revelaram um contínuo processo de assoreamento ao norte e ao centro, Já ao sul observa-se um engordamento do cordão arenoso entre os anos de 1868 à 1935, seguindo-se uma dinâmica erosiva entre 1935 e 2003. O recuo de cerca de 100 metros da linha de costa, embora seja menos pronunciado que nos demais perfis (à oeste) foi acompanhado de um aumento da declividade da antepraia e da zona de espraiamento (SAMPAIO, 2009).

#### 5.1.7.7.6 Perfil 6

Localizado no setor leste da Baía, o Perfil 6 foi traçado de Ponta Grossa (Pedra de Guaratiba) até à Restinga. A seqüência histórica, de uma maneira geral, repetiu os padrões vistos nos perfis tratados anteriormente. Entre 1868 e 1935 desenhou-se um padrão erosivo ao norte e ao centro, sucedendo-se, na comparação entre os perfis de 1935 e 2003, um padrão deposicional. No setor sul, outra vez evidenciou-se um padrão erosivo ao sul, na Restinga, com aumento de declividade do perfil e um recuo de aproximadamente 300 metros da linha de praia (SAMPAIO, 2009).

#### 5.1.7.7.7 Perfil 7

Com traçado paralelo ao esporão da Pombeba, partindo da Ilha em direção à Restinga, o Perfil 7 permitiu observar, entre os anos de 1935 e 2003, uma tendência ao aplainamento do fundo (com preenchimento de canais subaéreos) acompanhado de um aumento da profundidade nas extremidades, representando um estreitamento

generalizado tanto da extremidade do esporão da Pombeba quanto de sua base, na Restinga. Nessa análise desconsiderou-se o perfil de 1868, em função da ausência de pontos com cotas batimétricas nesta área o que perturbaria a resolução do modelo para este setor (SAMPAIO, 2009).

#### 5.1.7.7.8 Perfil 8

Este Perfil, traçado da Ilha dos Martins à Foz do Canal do Guandu, evidenciou uma tendência erosiva entre os anos de 1868 e 1935, sobretudo no trecho entre a Ilha dos Martins e a Ilha da Madeira, com o entalhamento de canais transversais ao eixo da Baía de Sepetiba.

Já entre os anos de 1935 e 2003 o processo erosivo concentrou-se no canal mais próximo a Ilha dos Martins, que na carta de 2003 apresenta um aprofundamento de cerca de 3 metros, atingindo a profundidade de 17,5 metros (em área não dragada).

Mais à oeste, entretanto, o padrão de intenso assoreamento da margem continental é bem evidenciado, com perda expressiva de profundidade da área submersa adjacente (SAMPAIO, 2009).

#### 5.1.7.7.9 Perfil 9

O Perfil 9, traçado de Santa Cruz à Ponta Grossa (Pedra de Guaratiba) corroborou a idéia de intenso processo de assoreamento da borda continental, evidenciando, entre os anos de 1935 e 2003, o avanço da linha de costa, a perda de profundidade e a suavização do gradiente (SAMPAIO, 2009).

#### 5.1.7.7.10 Perfil 10

Partindo do centro da Restinga (próximo à passagem denominada Pernambuco) e correndo paralelo a esta, até a área de mangue atrás do Caex (Centro de Avaliação do Exército), o Perfil 10 permitiu observar o padrão erosivo do setor central da Restinga entre os anos de 1935 e 2003, com o entalhamento de canais e aprofundamento na parte oeste do perfil; ao que se associa um intenso assoreamento e tendência ao aplainamento (aumento da planície de maré) na parte leste do perfil. Nessa análise desconsiderou-se o perfil de 1868, em função da ausência de pontos com cotas batimétricas nesta área o que perturbaria a resolução do modelo para este setor (SAMPAIO, 2009).

### 5.1.7.8 Considerações gerais

Segundo Sampaio (2009), a comparação entre os perfis permite afirmar que a Baía apresenta uma dinâmica sedimentar sugestiva de readaptações morfológicas. Numa

primeira análise, o processo de intenso entulhamento da margem continental seria resultante das mudanças impostas ao sistema hidrográfico da bacia hidrográfica contribuinte para a Baía de Sepetiba, associadas à ocupação desordenada dos solos. Esse processo foi notável, sobretudo na foz do Canal de São Francisco, que recebe a maior parte das águas transpostas do Rio Paraíba do Sul.

Há uma tendência geral de suavização dos perfis nas margens continental e da Restinga. Entretanto, enquanto observa-se um processo progradativo do continente, a suavização do perfil nas margens da Restinga corresponde a um processo erosivo do cordão. Esse processo é mais intenso na região da Pombeba, no centro do arco praiado e no setor centro-leste. Mais para leste (no fundo da Baía) o processo inverte-se, com pronunciada progradação.

Os canais profundos, por sua vez, não obstante o aumento do aporte sedimentar trazido pelos rios, vêm apresentando uma tendência de aprofundamento, sugerindo um intenso e constante reentalhamento do talvegue central e dos canais na entrada oeste da Baía.

#### **5.1.7.9 Batimetria**

A batimetria da área do empreendimento na baía de Sepetiba teve a finalidade de subsidiar os estudos necessários para a realização da dragagem da área e para a determinação da malha amostral de sedimentos (Mapa 5.1-26).

A batimetria da área diretamente afetada foi comparada com a batimetria da carta náutica utilizada para a realização da modelagem oceanográfica, porém devido as diferenças de escala a batimetria da carta náutica é apresentada no capítulo 5.1.9 – Modelagem.



---

**Mapa 5.1-26 – Batimetria e Malha Amostral para Sondagem**

## 5.1.8 Assoreamento, necessidade de dragagem de aprofundamento e previsão de dragagens de manutenção

### 5.1.8.1 Necessidade de Dragagem de Aprofundamento

Conforme os dados coletados na batimetria (Mapa 5.1-27) deverão ser realizadas dragagens para viabilizar a execução da bacia de evolução e de um canal de acesso, que se conectará ao canal de navegação existente, o qual atende atualmente o Porto de Itaguaí e demais píeres do setor norte da baía de Sepetiba. Além disto, será necessário fazer uma limpeza de fundo para assentamento dos aterros hidráulicos.

#### 5.1.8.1.1 Dragagem para Remoção do Sedimento argiloso

Trata-se de uma dragagem de limpeza e remoção da camada de argila muito mole, uma lama orgânica, detectada pelas sondagens preliminares, que se caracteriza por argila marinha muito fina, com nenhuma capacidade de suporte, SPT entre 0 e 1 golpe, e espessura variável entre 2 a 4 m. A Figura 5.1-211 mostra a área que deverá ser feita a limpeza de fundo para a execução dos aterros hidráulicos.



Figura 5.1-211 – Área a ser dragada para retirada de lama do fundo.

A área destinada ao aterro hidráulico corresponde à 413.200,92 m<sup>2</sup> e a espessura de lama a ser dragada será de 3 m. Desse modo, a estimativa do volume total a ser dragado para retirada do material argiloso é de aproximadamente 1.239.603 m<sup>3</sup>.

Com base nas análises de sedimentos, detectou-se que esse material argiloso possui característica contaminante, necessitando assim, de dragas e técnicas de dragagens que reduzam ao máximo os impactos gerados pela movimentação desse material.

#### 5.1.8.1.2 Dragagem da Bacia de Evolução e Canal de Acesso

A bacia de evolução é composta pela área de manobras dos navios e submarinos, a qual garante os afastamentos adequados do cais e dos demais navios ou submarinos aportados. Os dados batimétricos informam que a profundidade média na área da bacia de evolução é de 7 m, variando entre uma mínima de 6 m e máxima de 10 m.

O canal de acesso possibilitará formar uma área de ligação entre a bacia de evolução (composta pela área de acostagem e de manobras) e os canais de navegação existentes. De acordo com a batimetria, a profundidade média no local é de 8 m, variando entre 7 m e 12 m.

A profundidade mínima definida no projeto, tanto para a bacia de evolução quanto para o canal de acesso é de 12 m. A bacia de evolução deve possuir largura mínima de 450 m em frente ao cais do EBN.

A Tabela 5.1-28 apresenta os volumes a serem dragados na bacia de evolução e canal de acesso de acordo com as cotas.

**Tabela 5.1-28 - Volume de dragagem**

| Cota         | Volume (m <sup>3</sup> ) |
|--------------|--------------------------|
| - 5 m        | 11.384,93                |
| - 6 m        | 1.149.711,85             |
| - 7 m        | 1.268.025,90             |
| - 8 m        | 237.868,00               |
| - 9 m        | 42.670,96                |
| - 10 m       | 42.592,50                |
| - 11m        | 45.451,22                |
| - 12 m       | 45.547,02                |
| <b>Total</b> | <b>2.843.252,38</b>      |

As áreas a serem dragadas na bacia de evolução e canal de acesso são apresentadas no Mapa 5.1-27.

A Figura 5.1-212 e a Figura 5.1-214 mostram a situação atual da área do empreendimento, antes e depois das dragagens, respectivamente.





---

**Mapa 5.1-27 – Localização da Área a ser Dragada.**

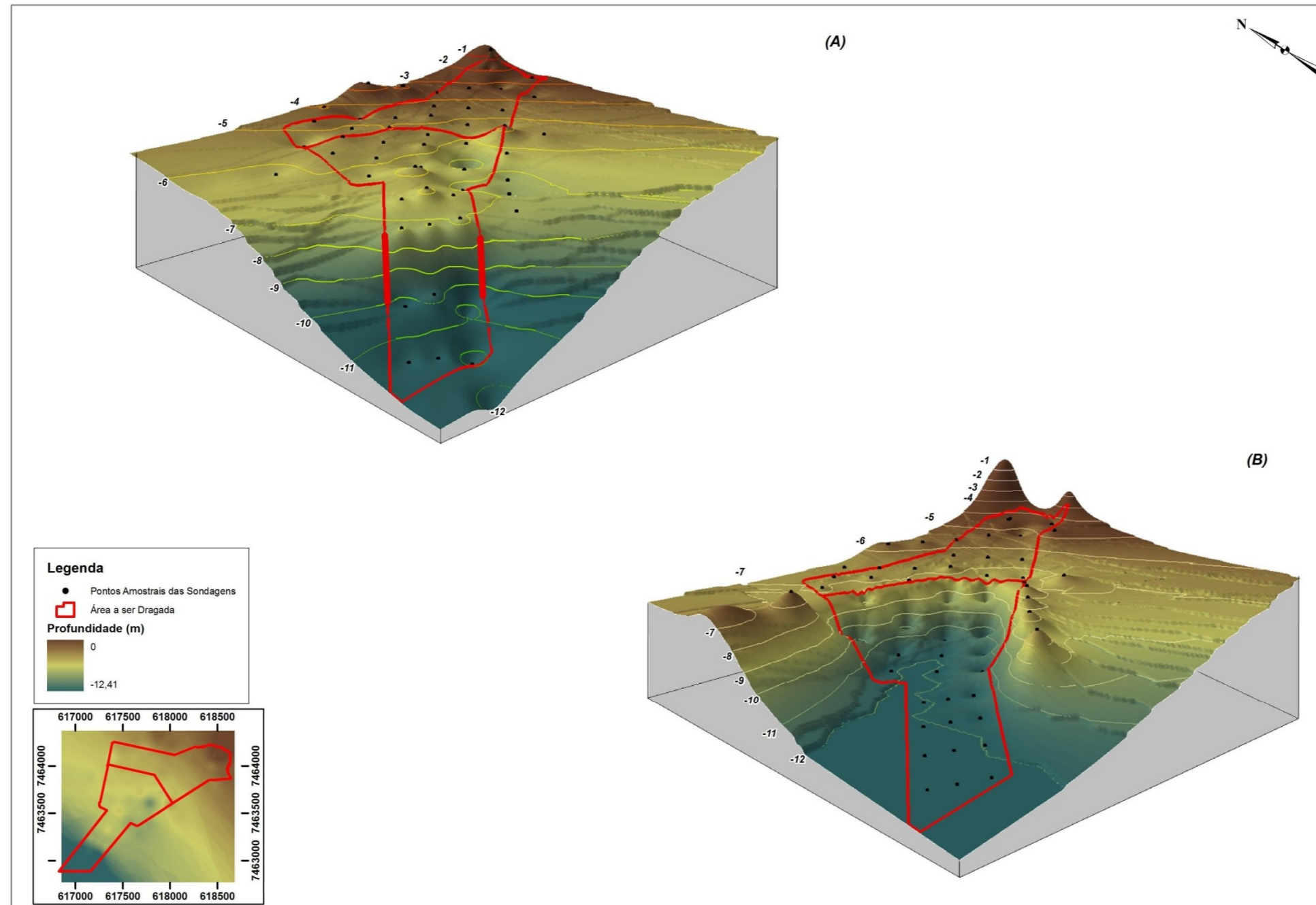


Figura 5.1-212 - Bloco diagrama em 3D da área total do empreendimento antes e após a dragagem, vista do canal

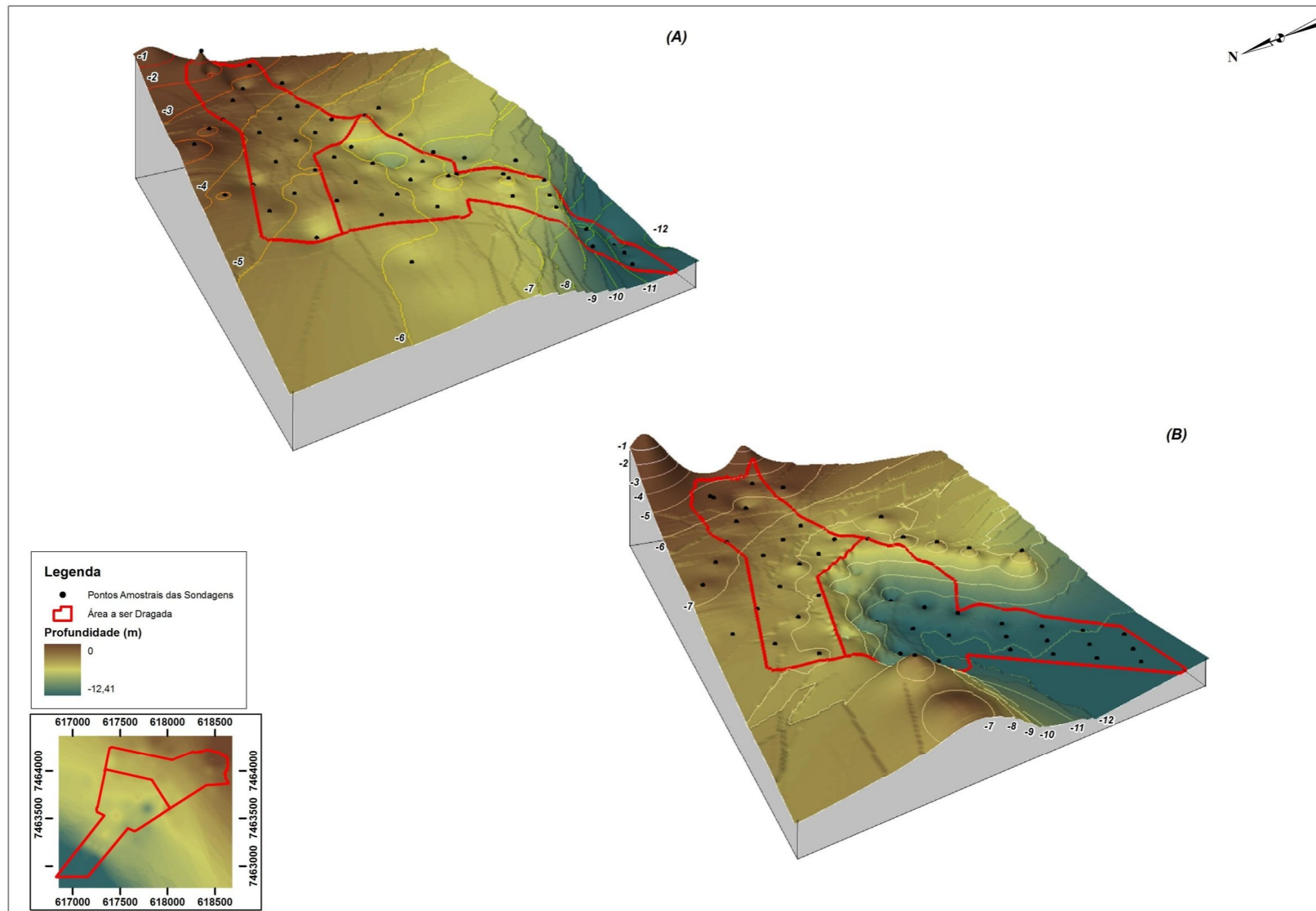


Figura 5.1-213 - Bloco diagrama em 3D da área total do empreendimento antes e após a dragagem, vista norte



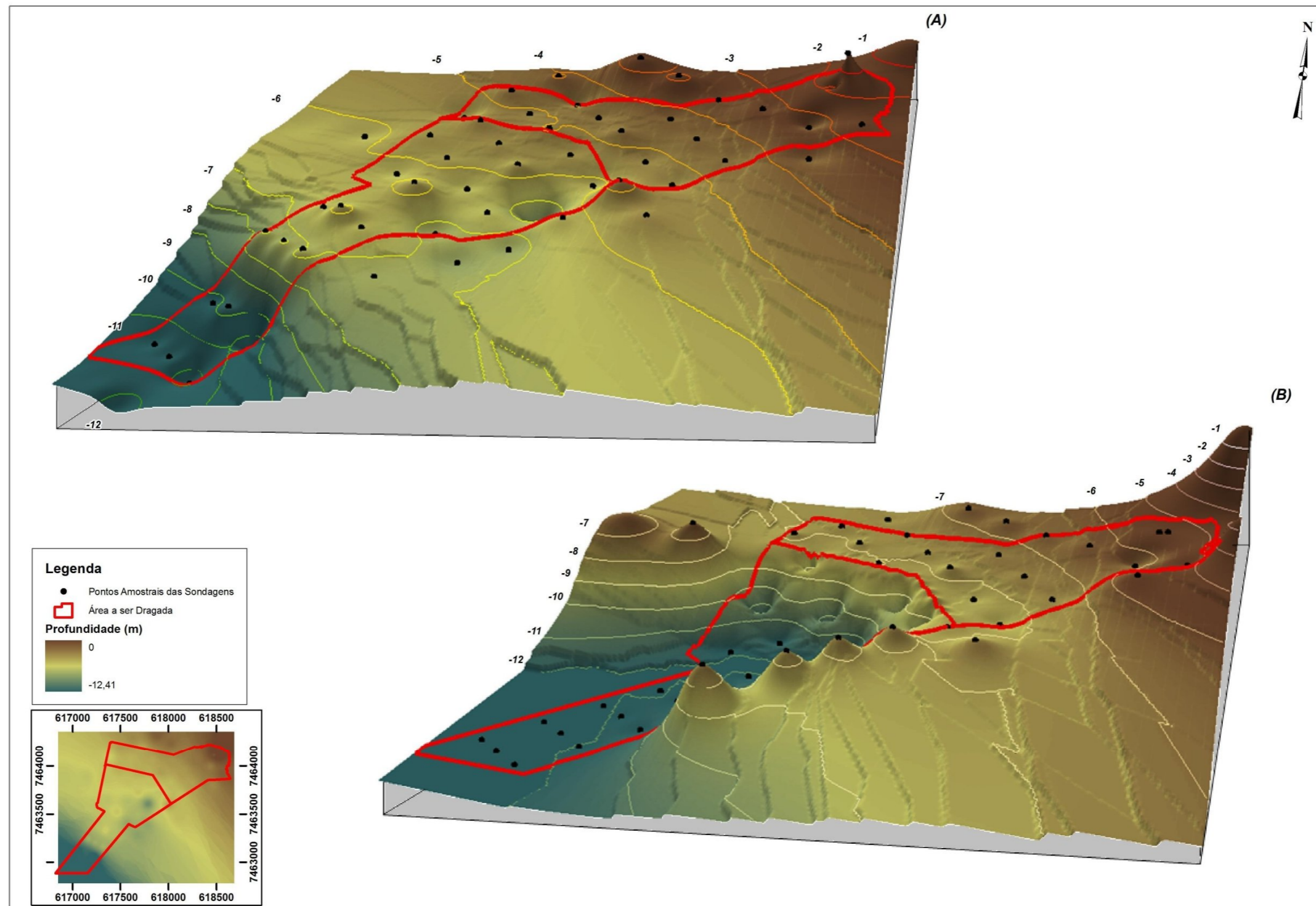


Figura 5.1-214 - Bloco diagrama em 3D da área total do empreendimento antes e após a dragagem, vista sul

#### 5.1.8.1.2.1 Tipos de Dragas

De acordo com Torres (2000), existem diversos tipos de draga, podendo ser classificadas em mecânica, hidráulica e mista (mecânica/hidráulica). A Tabela 5.1-29, a seguir, apresenta os diferentes tipos de draga.

**Tabela 5.1-29 - Tipos de Dragas**

| <b>Categoria</b>  | <b>Tipo</b>                        |
|-------------------|------------------------------------|
| <b>Mecânica</b>   | Draga de alcatruz                  |
|                   | Draga de caçamba                   |
|                   | Draga escavadeira                  |
| <b>Hidráulica</b> | Draga de sucção                    |
|                   | Draga de sucção com desagregadores |
|                   | Draga auto-transportadora          |

**Fonte: Torres, 2000.**

As dragas mecânicas (Figura 5.1-215.) são utilizadas para a remoção de cascalho, areia e sedimentos muito coesivos, como argila, turfa, e silte altamente consolidado. Estas dragas removem sedimentos de fundo através da aplicação direta de uma força mecânica para escavar o material, independente de sua densidade. Os principais tipos de dragas mecânicas são as escavadeiras flutuantes (tais como as de caçamba e as de garras) e as dragas de alcatruzes (também conhecidas por “bucket ladder”, estas dragas dispõem de uma corrente sem fim com caçambas que trazem o material de fundo até uma esteira montada em uma lança que eleva e projeta o material dragado a uma certa distância, ou o despeja em outra embarcação). Os sedimentos escavados com a utilização de dragas mecânicas são geralmente transportados em barcas ou barcaças, dependendo do volume a ser transportado (Torres, 2000).

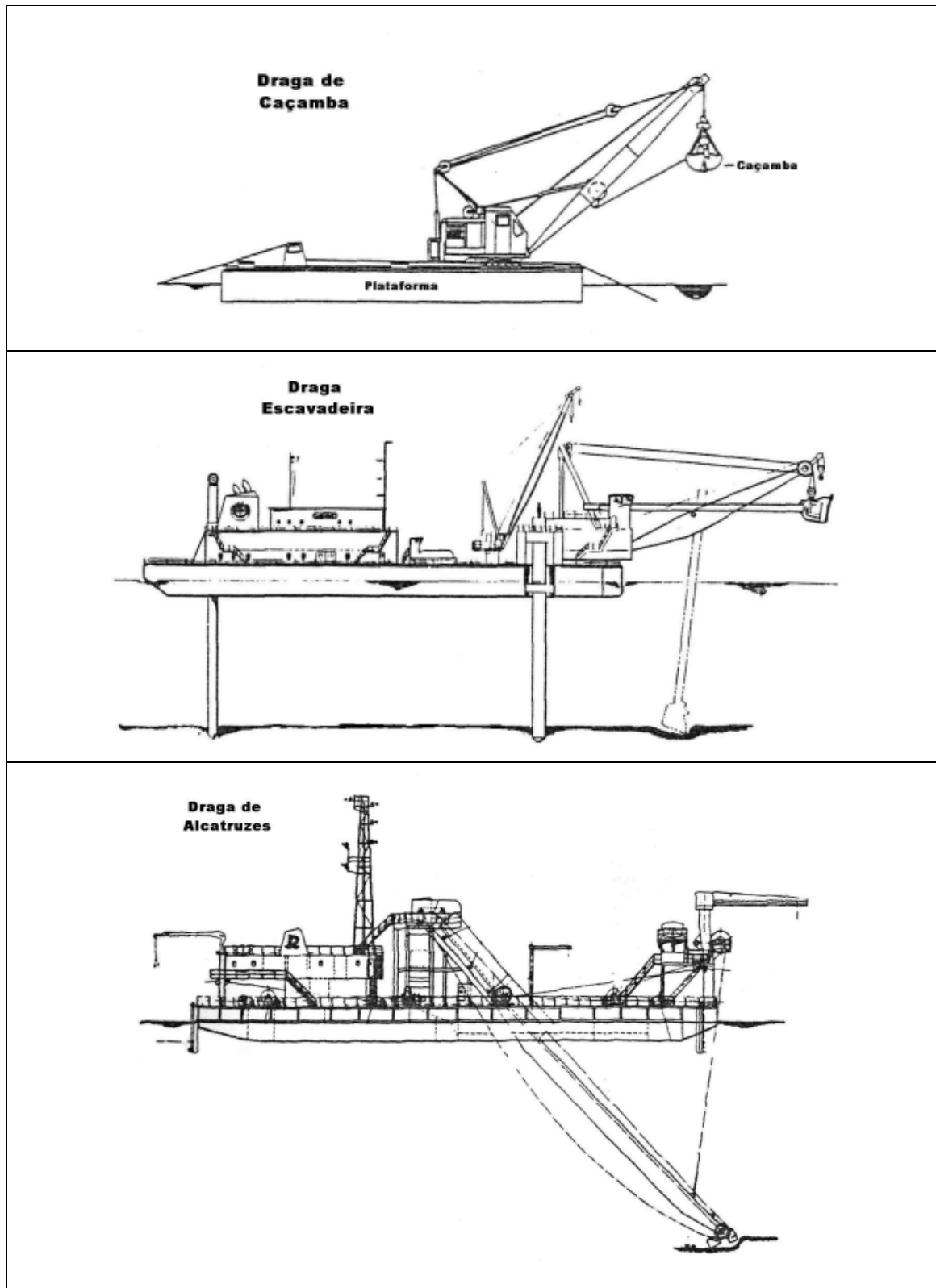


Figura 5.1-215 - Tipos de dragas mecânicas

Fonte: Torres, 2000.

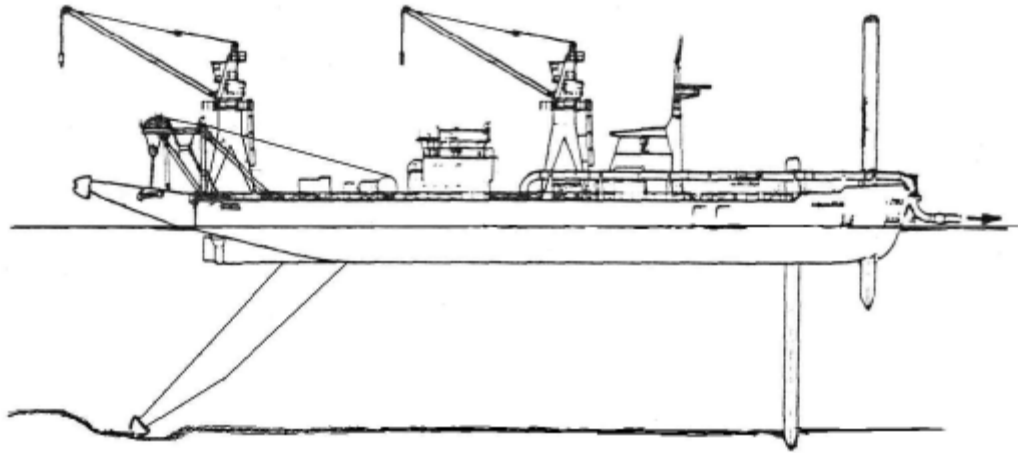


As dragas hidráulicas (Figura 5.1-216 e Figura 5.1-217.), ao aspirar o sedimento, trazem junto uma grande quantidade de água. Conforme os tanques das barcas e de dragas auto-transportadoras vão se enchendo, é necessário eliminar esta água sobrenadante, fazendo-a transbordar para fora da embarcação, sendo este processo chamado de overflow.

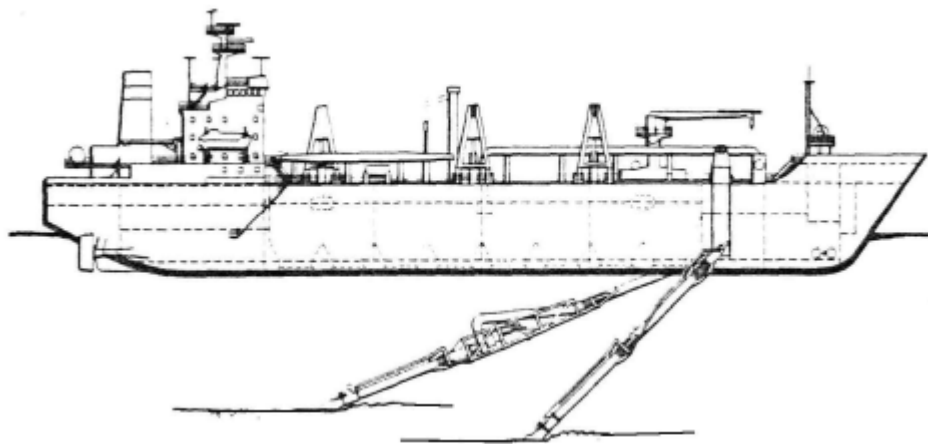
As dragas de sucção são do tipo aspiradora e cortadora. As dragas aspiradoras promovem a sucção por meio de um grande bocal de aspiração, sendo que, com o auxílio dos jatos d'água, o material é desagregado e, através de aberturas no bocal, é aspirado em conjunto com a água aos tubos de sucção. A draga opera contra a corrente, possibilitando cortes em bancos de material sedimentado de até 10 m de largura. As do tipo cortadora dispõem de rotor aspirador, equipado com lâminas que desagregam o material consolidado para que este possa ser aspirado para o interior do tubo de sucção que se insere no núcleo do rotor (Torres, 2000). Apresentam maior eficiência que as aspiradoras e, ao invés de atuarem em linha reta, descrevem a trajetória de um arco. Uma variação deste tipo de draga são as auto-transportadoras, as quais consistem em navios com tanques de fundo móvel, onde o material dragado é depositado e posteriormente transportado até o local onde será descarregado (no caso de deposição em alto-mar).

Segundo Torres (2000), sob o ponto de vista econômico, em um primeiro momento, as dragas hidráulicas apresentam vantagens significativas sobre as mecânicas. Apesar de seu custo unitário ser mais elevado e sua manutenção mais onerosa, possibilitam uma dragagem mais rápida que as dragas mecânicas. As vantagens econômicas são ainda mais relevantes se utilizada a draga auto-transportadora, uma vez que não demanda a mobilização do material dragado de uma embarcação para outra.

As considerações ambientais, entretanto, são mais complexas. As dragas de sucção tendem a lançar quantidades moderadas a altas de sedimentos em suspensão nas águas quando do revolvimento do fundo, enquanto as dragas mecânicas lançam quantidades mínimas de materiais em suspensão. Desta forma, avalia-se como mais impactante as dragas de sucção. Por outro lado, esse tipo de draga permitem uma aceleração significativa do tempo de realização da dragagem, o que minimiza os impactos ambientais, uma vez que o sedimento descartado em um menor período de tempo permite que o meio se restabeleça mais rapidamente.



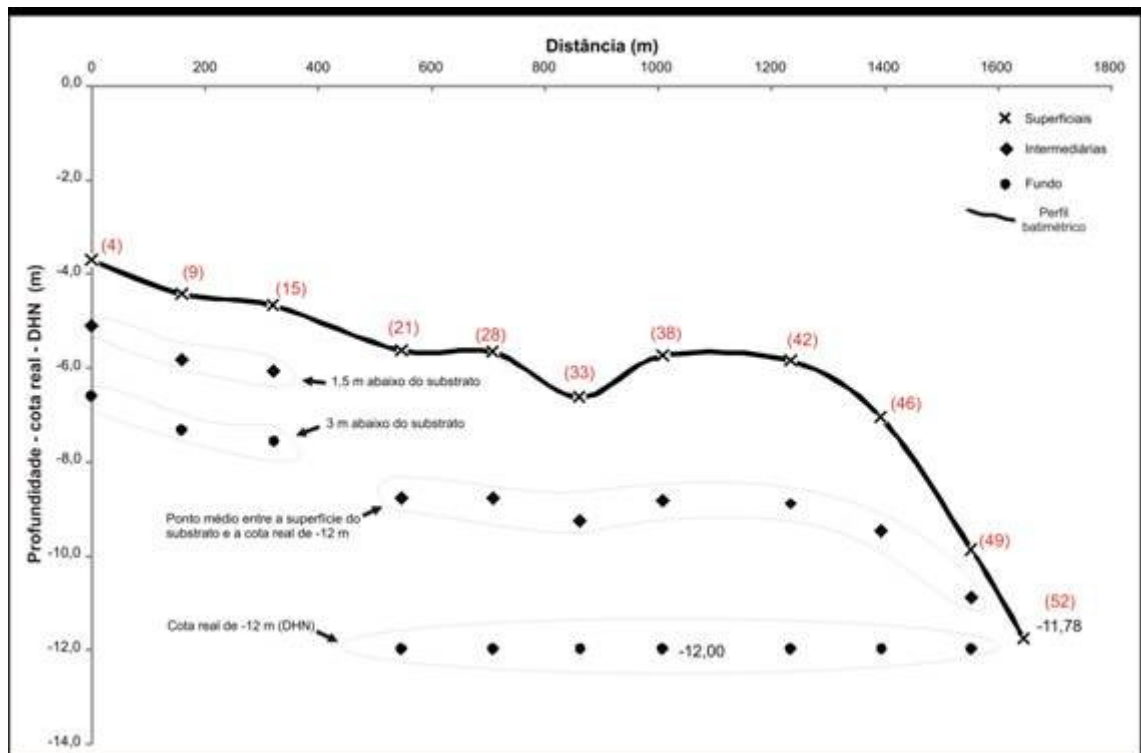
**Figura 5.1-216 - Draga hidráulica**



**Figura 5.1-217 - Draga de sucção auto-transportadora**

### 5.1.8.2 Sondagens na Baía de Sepetiba na Área Diretamente Afetada

A partir da resolução CONAMA N. 344, de 25 de março de 2004, foram estabelecidos 53 pontos amostrais para a realização das sondagens de sedimentos (Mapa 5.1-26). As amostras estudadas foram obtidas mediante coleta de SPT (Standart Penetration Test), em três níveis distintos: superficial, intermediário e fundo. Em 26 pontos (Mapa 5.1-26, símbolos de amarela e laranja) a amostragem foi realizada até 3 m abaixo da superfície do substrato, com amostras obtidas, ainda, na superfície e a 1,5 m. Já em outros 27 pontos (Mapa 5.1-26, símbolos de cor azul), a amostragem foi até a cota real (definida pela Diretoria de Hidrografia e Navegação - DHN) de -12 m. Além da amostra coletada na superfície do substrato e na cota real, outra amostragem foi feita no ponto médio entre os pontos dessas duas amostragens. A Figura 5.1-218 mostra um esquema onde é possível melhor observar essa estratégia de amostragem em profundidade, com estes pontos distribuídos ao longo de um perfil batimétrico.



**Figura 5.1-218 - Perfil batimétrico com a plotagem de alguns dos pontos onde foram coletadas amostras de sedimento. Notar os valores de profundidade apresentados com a correção para cota real da DHN e os estratos de agrupamentos amostrais. Os números em vermelho correspondem aos pontos de amostragem, cujo mapa**

Todos os pontos amostrais foram georreferenciados, com o auxílio de uma equipe de topografia, que a partir do píer velho existente no extremo oeste do Porto de Itaguaí identificava a posição geográfica e a cota real do leito da Baía, onde estava sendo realizada a amostragem. A Figura 5.1-219 mostra um bloco diagrama tridimensional elaborado a partir dos dados batimétricos coletados na área o empreendimento.

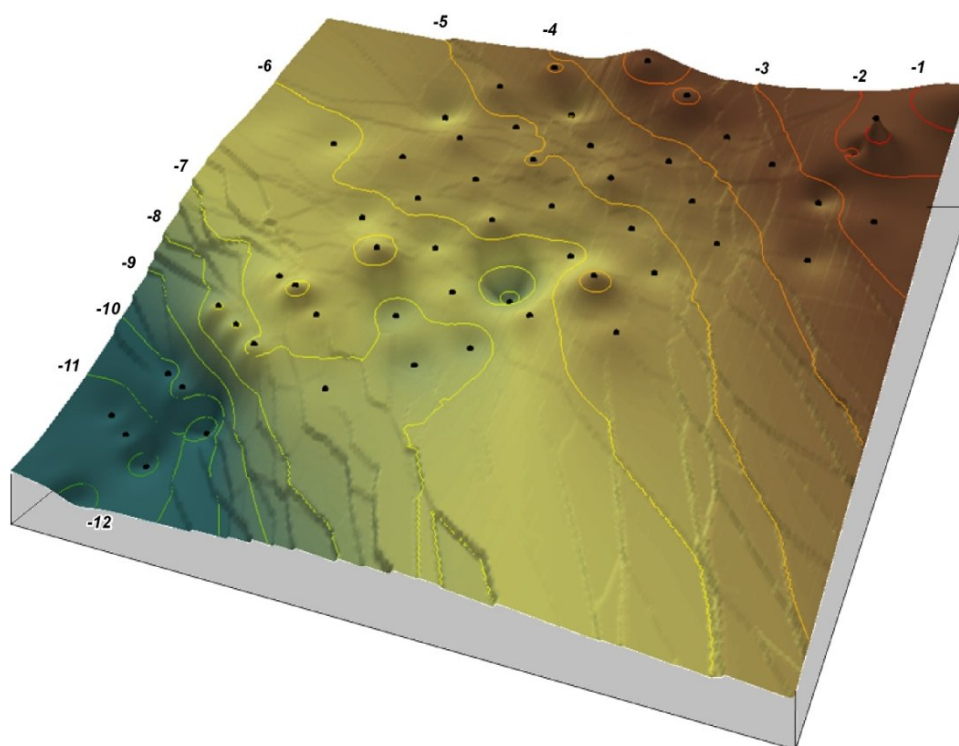


Figura 5.1-219 - Bloco diagrama do substrato da área do empreendimento.

A Tabela 5.1-30 e a Tabela 5.1-31 apresentam as coordenadas e profundidades dos pontos amostrais.

**Tabela 5.1-30 - Informações sobre os pontos onde foram feitas amostragem até 3 m abaixo da superfície do substrato.**

| Ponto | Latitude   | Longitude  | Lâmina d'água | Profundidade de amostragem no substrato* (m) |               |              |
|-------|------------|------------|---------------|----------------------------------------------|---------------|--------------|
|       |            |            |               | Superficial                                  | Intermediário | Fundo        |
| 1     | -22,926767 | -43,844570 | 2,36          | 0,10 (-2,46)                                 | 1,5 (-3,86)   | 3,00 (-5,36) |
| 2     | -22,924939 | -43,850395 | 2,49          | 0,10 (-2,59)                                 | 1,5 (-3,99)   | 3,00 (-5,49) |
| 3     | -22,925672 | -43,849051 | 2,86          | 0,10 (-2,96)                                 | 1,5 (-4,36)   | 3,00 (-5,86) |

| Ponto | Latitude   | Longitude  | Lâmina d'água | Profundidade de amostragem no substrato* (m) |               |               |
|-------|------------|------------|---------------|----------------------------------------------|---------------|---------------|
|       |            |            |               | Superficial                                  | Intermediário | Fundo         |
| 4     | -22,926405 | -43,847707 | 3,61          | 0,10 (-3,71)                                 | 1,5 (-5,11)   | 3,00 (-6,61)  |
| 5     | -22,927138 | -43,846363 | 3,33          | 0,10 (-3,43)                                 | 1,5 (-4,83)   | 3,00 (-6,33)  |
| 6     | -22,927871 | -43,845019 | 3,60          | 0,10 (-3,70)                                 | 1,5 (-5,10)   | 3,00 (-6,60)  |
| 7     | -22,928604 | -43,843675 | 2,57          | 0,10 (-2,67)                                 | 1,5 (-4,07)   | 3,00 (-5,57)  |
| 8     | -22,929605 | -43,844799 | 3,95          | 0,10 (-4,05)                                 | 1,5 (-5,45)   | 3,00 (-6,95)  |
| 9     | -22,927386 | -43,848847 | 4,33          | 0,10 (-4,43)                                 | 1,5 (-5,83)   | 3,00 (-7,33)  |
| 10    | -22,928465 | -43,847869 | 4,47          | 0,10 (-4,57)                                 | 1,5 (-5,97)   | 3,00 (-7,47)  |
| 11    | -22,929528 | -43,846897 | 4,63          | 0,10 (-4,73)                                 | 1,5 (-6,13)   | 3,00 (-7,63)  |
| 12    | -22,925162 | -43,852908 | 3,97          | 0,10 (-4,07)                                 | 1,5 (-5,47)   | 3,00 (-6,97)  |
| 13    | -22,926223 | -43,851935 | 5,01          | 0,10 (-5,11)                                 | 1,5 (-6,51)   | 3,00 (-8,01)  |
| 14    | -22,927292 | -43,850962 | 4,81          | 0,10 (-4,91)                                 | 1,5 (-6,31)   | 3,00 (-7,81)  |
| 15    | -22,928371 | -43,849991 | 4,57          | 0,10 (-4,67)                                 | 1,5 (-6,07)   | 3,00 (-7,57)  |
| 16    | -22,929451 | -43,849008 | 5,33          | 0,10 (-5,43)                                 | 1,5 (-6,83)   | 3,00 (-8,33)  |
| 17    | -22,930527 | -43,848028 | 5,50          | 0,10 (-6,00)                                 | 1,5 (-7,00)   | 3,00 (-8,50)  |
| 18    | -22,926118 | -43,854078 | 4,55          | 0,10 (-5,05)                                 | 1,5 (-6,05)   | 3,00 (-7,55)  |
| 19    | -22,927189 | -43,853103 | 5,10          | 0,10 (-5,20)                                 | 1,5 (-6,60)   | 3,00 (-8,10)  |
| 20    | -22,928269 | -43,852120 | 4,97          | 0,10 (-5,07)                                 | 1,5 (-6,47)   | 3,00 (-7,97)  |
| 24    | -22,932610 | -43,848170 | 5,33          | 0,10 (-5,43)                                 | 1,5 (-6,83)   | 3,00 (-8,33)  |
| 25    | -22,927073 | -43,855247 | 5,92          | 0,10 (-6,02)                                 | 1,5 (-7,42)   | 3,00 (-8,92)  |
| 35    | -22,933452 | -43,851340 | 7,36          | 0,10 (-7,46)                                 | 1,5 (-8,86)   | 3,00 (-10,36) |
| 36    | -22,928987 | -43,857583 | 6,27          | 0,10 (-6,37)                                 | 1,5 (-7,77)   | 3,00 (-9,27)  |
| 40    | -22,934315 | -43,852318 | 7,52          | 0,10 (-7,62)                                 | 1,5 (-9,02)   | 3,00 (-10,52) |
| 44    | -22,935745 | -43,853758 | 7,23          | 0,10 (-7,33)                                 | 1,5 (-8,73)   | 3,00 (-10,23) |
| 50    | -22,936521 | -43,856795 | 11,65         | 0,10 (-11,75)                                | x             | x             |
| 51    | -22,936964 | -43,859209 | 11,60         | 0,10 (-11,70)                                | x             | x             |
| 52    | -22,937273 | -43,858557 | 11,68         | 0,10 (-11,78)                                | x             | x             |
| 53    | -22,937643 | -43,857778 | 12,41         | 0,10 (-12,51)                                | x             | x             |

\* O valor entre parênteses corresponde à cota real (Diretoria de Hidrografia e Navegação – DHN) onde a amostra foi coletada, obtido pela relação entre a espessura da lâmina d'água e a profundidade de coleta abaixo do substrato. Estes valores são médios

**Tabela 5.1-31 - Informações sobre os pontos onde foram feitas amostragens até a cota real de -12 metros (DHN).**

| Ponto | Latitude   | Longitude  | Lâmina d'água | Profundidade de amostragem no substrato* (m) |               |            |
|-------|------------|------------|---------------|----------------------------------------------|---------------|------------|
|       |            |            |               | Superficial                                  | Intermediário | Fundo      |
| 21    | -22,929350 | -43,851129 | 5,54          | 0,10 (-5,64)                                 | 3,23 (-8,77)  | 6,46 (-12) |
| 22    | -22,930440 | -43,850149 | 6,20          | 0,10 (-6,3)                                  | 2,90 (-9,1)   | 5,8 (-12)  |
| 23    | -22,931518 | -43,849164 | 4,68          | 0,10 (-4,78)                                 | 3,66 (-8,34)  | 7,32 (-12) |
| 26    | -22,928156 | -43,854254 | 5,07          | 0,10 (-5,17)                                 | 3,47 (-8,53)  | 6,93 (-12) |

| Ponto | Latitude   | Longitude  | Lâmina d'água | Profundidade de amostragem no substrato* (m) |               |            |
|-------|------------|------------|---------------|----------------------------------------------|---------------|------------|
|       |            |            |               | Superficial                                  | Intermediário | Fundo      |
| 27    | -22,929240 | -43,853260 | 5,45          | 0,10 (-5,55)                                 | 3,28 (-8,72)  | 6,55 (-12) |
| 28    | -22,930340 | -43,852280 | 5,57          | 0,10 (-5,67)                                 | 3,22 (-8,78)  | 6,43 (-12) |
| 29    | -22,931429 | -43,851281 | 8,30          | 0,10 (-8,4)                                  | 1,85 (-10,15) | 3,7 (-12)  |
| 30    | -22,932534 | -43,850275 | 6,15          | 0,10 (-6,25)                                 | 2,92 (-9,08)  | 5,85 (-12) |
| 31    | -22,929122 | -43,855413 | 5,55          | 0,10 (-5,65)                                 | 3,23 (-8,77)  | 6,45 (-12) |
| 32    | -22,930204 | -43,854398 | 5,87          | 0,10 (-5,97)                                 | 3,06 (-8,94)  | 6,13 (-12) |
| 33    | -22,931286 | -43,853352 | 6,53          | 0,10 (-6,63)                                 | 2,74 (-9,26)  | 5,47 (-12) |
| 34    | -22,932365 | -43,852338 | 6,64          | 0,10 (-6,74)                                 | 2,68 (-9,32)  | 5,36 (-12) |
| 37    | -22,931118 | -43,855477 | 6,34          | 0,10 (-6,44)                                 | 2,83 (-9,17)  | 5,66 (-12) |
| 38    | -22,932184 | -43,854424 | 5,64          | 0,10 (-5,74)                                 | 3,18 (-8,82)  | 6,36 (-12) |
| 39    | -22,933249 | -43,853371 | 7,32          | 0,10 (-7,42)                                 | 2,34 (-9,66)  | 4,68 (-12) |
| 41    | -22,933590 | -43,856274 | 6,33          | 0,10 (-6,43)                                 | 2,83 (-9,17)  | 5,67 (-12) |
| 42    | -22,933914 | -43,855588 | 5,76          | 0,10 (-5,86)                                 | 3,12 (-8,88)  | 6,24 (-12) |
| 43    | -22,934262 | -43,854852 | 6,42          | 0,10 (-6,52)                                 | 2,79 (-9,21)  | 5,58 (-12) |
| 45    | -22,934695 | -43,857278 | 6,96          | 0,10 (-7,06)                                 | 2,52 (-9,48)  | 5,04 (-12) |
| 46    | -22,935018 | -43,856566 | 6,97          | 0,10 (-7,07)                                 | 2,52 (-9,48)  | 5,03 (-12) |
| 47    | -22,935415 | -43,855791 | 6,77          | 0,10 (-6,87)                                 | 2,62 (-9,38)  | 5,23 (-12) |
| 48    | -22,935824 | -43,858251 | 10,21         | 0,10 (-10,31)                                | x             | 1,79 (-12) |
| 49    | -22,936149 | -43,857551 | 9,78          | 0,10 (-9,88)                                 | 1,11 (-10,89) | 2,22 (-12) |

\* Idem ao anterior.

#### 5.1.8.2.1 Justificativa da malha amostral

Serão dragados aproximadamente 4.200.000 m<sup>3</sup> e conforme a Resolução CONAMA 344/2004 seriam necessários 60 amostras para caracterização dos sedimentos. Foram estabelecidos 53 pontos e coletadas 150 amostras de sedimentos para a classificação granulométrica, análise química e caracterização ecotoxicológica dos sedimentos a serem dragados.

#### 5.1.8.2.2 Metodologia de Amostragem

A amostragem dos sedimentos de fundo da Baía de Sepetiba na Área Diretamente Afetada foi realizada com o auxílio de uma balsa com equipamentos de sondagens instalados sobre a mesma. Esta balsa tinha o apoio de duas embarcações do tipo Traineira para sua navegação.

Os procedimentos de montagem de equipamento, transporte da balsa, amarração dos pontos por levantamento topográfico, amostragem e acondicionamento das amostras



para encaminhamento ao laboratório podem ser observados a partir da Figura 5.1-220 até a Figura 5.1-243, com suas devidas descrições de cada passo executado.



**Figura 5.1-220 - Equipamento de amostragem para instalação na balsa.**



**Figura 5.1-221 - Instalação dos equipamentos na balsa.**



**Figura 5.1-222 - Visão do pier onde ficava a base georreferenciada da equipe de topografia.**



**Figura 5.1-223 - Vista do pier para a área de amostragem.**



**Figura 5.1-224 - Instalação da balsa em um ponto amostral.**



**Figura 5.1-225 - Transporte da equipe de trabalho.**



**Figura 5.1-226 - Lavantamento topográfico de um ponto amostral.**



**Figura 5.1-227 - Realização da amostragem com ótimas condições climáticas para execução do trabalho.**



**Figura 5.1-228 - Preparação para amostragem.**



**Figura 5.1-229 - Instalação de tubulação de manobra.**



**Figura 5.1-230 - Peso utilizado para instalação da tubulação de manobra.**



**Figura 5.1-231 - Procedimento de fixação da tubulação de manobra.**





**Figura 5.1-232 - Limpeza interna e remoção de sedimento após amostragem de topo com o objetivo de amostrar o meio do perfil de sedimento.**



**Figura 5.1-233 - Procedimento de limpeza.**



**Figura 5.1-234 - Procedimento de limpeza da tubulação de manobra após a realização da amostragem em um ponto.**



**Figura 5.1-235 - Amostra de topo onde se observa a argila cinza existente na porção superior do leito da área em estudo.**



**Figura 5.1-236 - Amostra de meio de perfil de um ponto na bacia de evolução do empreendimento onde se observa a transição de argila arenosa para areia argilosa com fragmentos de conchas.**



**Figura 5.1-237 - Amostra de fundo do mesmo ponto composta por areia argilosa com fragmentos de conchas.**



**Figura 5.1-238 - Obtenção da amostra.**



**Figura 5.1-239 - Procedimentos de acondicionamento das amostras.**



**Figura 5.1-240 - Detalhe da argila cinza no recipiente após o acondicionamento das amostras.**



**Figura 5.1-241 - Recipiente de armazenagem das amostras de sedimento.**



**Figura 5.1-242 - Recipientes com as amostras de topo, meio e fundo de um ponto amostral.**



**Figura 5.1-243 - Acondicionamento das amostras para transporte até o laboratório.**

### 5.1.8.2.3 Métodos de Laboratório (Análises dos Sedimentos)



As análises laboratoriais das amostras coletadas foram executadas pela Green Brasil Serviços Ambientais Ltda. Foram feitas as análises segundo estabelece a Resolução do CONAMA N. 344/04 (Tabela 5.1-32).

**Tabela 5.1-32 - Métodos analíticos empregados no estudo dos sedimentos**

| Tipo de análise                              | Método                                                                                    |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Análises Sedimentológicas                    | NBR NM 248, da Associação Brasileira de Normas Técnicas                                   |
| Metais pesados e Arsênio                     | EPA SW846-7000B                                                                           |
| Carbono Orgânico Total                       | EPA 9060A                                                                                 |
| Nitrogênio Kjeldahl Total                    | Standard Methods for the Examination of water and wastewater 21ª Edição, método 4500 - N  |
| Fósforo Total                                | Standard Methods for the Examination of water and wastewater 21ª Edição - Método 4500 P E |
| Pesticidas organo-clorados e PCBs            | EPA SW 846 - 8270 D                                                                       |
| Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos PAHs | Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21ª Edição - Método 6440     |

#### 5.1.8.2.4 Métodos de Análise e Integração dos Dados

A seguir são apresentados os valores máximos permitidos da Resolução do CONAMA N. 344/04, com a finalidade de auxiliar no enquadramento para estabelecer as diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras, e dá outras providências. Para tal, estes foram organizados em planilhas de cálculo, para melhor visualização e organização (Tabela 5.1-33).

**Tabela 5.1-33 - Níveis de classificação do material a ser dragado.**

| POLUENTES                                                |               | Nível de classificação do material a ser dragado<br>(em unidade de peso seco) |         |                      |         |
|----------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------------|---------|
|                                                          |               | Água doce                                                                     |         | Água salina/saolobra |         |
|                                                          |               | Nível 1                                                                       | Nível 2 | Nível 3              | Nível 4 |
| <b>Metais pesados e Arsênio<br/>(mg kg<sup>-1</sup>)</b> | Arsênio (As)  | 5,9                                                                           | 17,0    | 8,2                  | 70,0    |
|                                                          | Cádmio (Cd)   | 0,6                                                                           | 3,5     | 1,2                  | 9,6     |
|                                                          | Chumbo (Pb)   | 35,0                                                                          | 91,3    | 46,7                 | 218,0   |
|                                                          | Cobre (Cu)    | 35,7                                                                          | 197,0   | 34,0                 | 270,0   |
|                                                          | Cromo (Cr)    | 37,3                                                                          | 90,0    | 81,0                 | 370,0   |
|                                                          | Mercúrio (Hg) | 0,170                                                                         | 0,486   | 0,150                | 0,710   |

|                                                                      |                               |      |       |      |        |
|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------|-------|------|--------|
|                                                                      | Níquel (Ni)                   | 18,0 | 35,9  | 20,9 | 51,6   |
|                                                                      | Zinco (Zn)                    | 123  | 315   | 150  | 410    |
| <b>Pesticidas organo-clorados (<math>\mu\text{g kg}^{-1}</math>)</b> | BHC (Alfa-BHC)                | --   | --    | 0,32 | 0,99   |
|                                                                      | BHC (Beta-BHC)                | --   | --    | 0,32 | 0,99   |
|                                                                      | BHC (Delta-BHC)               | --   | --    | 0,32 | 0,99   |
|                                                                      | BHC (Gama-BHC/Lindano)        | 0,94 | 1,38  | 0,32 | 0,99   |
|                                                                      | Clordano (Alfa)               | --   | --    | 2,26 | 4,79   |
|                                                                      | Clordano (Gama)               | --   | --    | 2,26 | 4,79   |
|                                                                      | DDD                           | 3,54 | 8,51  | 1,22 | 7,81   |
|                                                                      | DDE                           | 1,42 | 6,75  | 2,07 | 374,00 |
|                                                                      | DDT                           | 1,19 | 4,77  | 1,19 | 4,77   |
|                                                                      | Dieldrin                      | 2,85 | 6,67  | 0,71 | 4,30   |
|                                                                      | Endrin                        | 2,67 | 62,40 | 2,67 | 62,40  |
| <b>PCBs (<math>\mu\text{g kg}^{-1}</math>)</b>                       | Bifenilas Policloradas Totais | 34,1 | 277,0 | 22,7 | 180,0  |

Diante disto, além dos gráficos que mostram a distribuição vertical das concentrações de metais pesados, as amostras foram analisadas pelo seu nível (em %) do potencial de contaminação. Esse percentual foi obtido através de uma regra de três simples na seguinte equação:

$$\text{Potencial de contaminação (\%)} = \left( \frac{\text{Concentração do poluente na amostra}}{\text{Concentração do poluente permitida pela Conama 344}} \right) \times 100$$

Deste modo, as informações sobre as concentrações dos poluentes, mesmo quando inferiores aos estabelecidos pela Resolução do CONAMA N. 344/04, puderam ser analisadas em maior detalhe. Os dados foram classificados levando em consideração a equação 1, citada anteriormente, com os níveis definidos como:

- Baixo: Potencial de contaminação < 50%;
- Moderado: 50% < Potencial de contaminação < 75%
- Alto: 75% < Potencial de contaminação < 100%
- Contaminado: Potencial de contaminação > 100%

De posse dos dados foram elaborados gráficos de concentração de cada elemento analisado, por seus respectivos estratos de coleta (até a cota real de -12 m), com a finalidade facilitar a interpretação dos dados, com a possibilidade de serem definidos os horizontes de contaminação. Também foram gerados mapas de distribuição dos níveis de contaminação em todos os estratos, onde foram coletadas amostras de



sedimentos. Isso poderá gerar subsídios para o manejo e gerenciamento dos sedimentos a serem dragados.

#### 5.1.8.2.5 Resultados

Os dados das análises de geoquímica de sedimentos foram analisados de acordo com o estabelecido pela Resolução do CONAMA N. 344/04. A seguir são apresentados os valores das concentrações obtidos nos sedimentos de fundo, assim como os níveis de contaminação estabelecidos por esta equipe de trabalho, através da relação entre os dados de concentração de poluentes e os níveis da Resolução.

##### 5.1.8.2.5.1 Sedimentologia

As amostras de sedimentos superficiais apresentaram o predomínio espacial por interpolação dos testemunhos 1 ao 53, de finos com predomínio da fração pelítica constituída por siltes, secundado por argilas e em pequenas proporções de areias, da fração areia muito fina, mais distais da costa e setores de maior batimetria (Figura 5.1-244).

As amostras de sedimentos a -1,5 metro abaixo da superfície do substrato apresentaram o predomínio espacial por interpolação dos testemunhos 1 ao 53, de finos com predomínio da fração pelítica constituída por argilas, secundado por siltes e pequena proporção de areias, da fração areia muito fina, junto ao testemunho 6, próximo da costa (Figura 5.1-245).

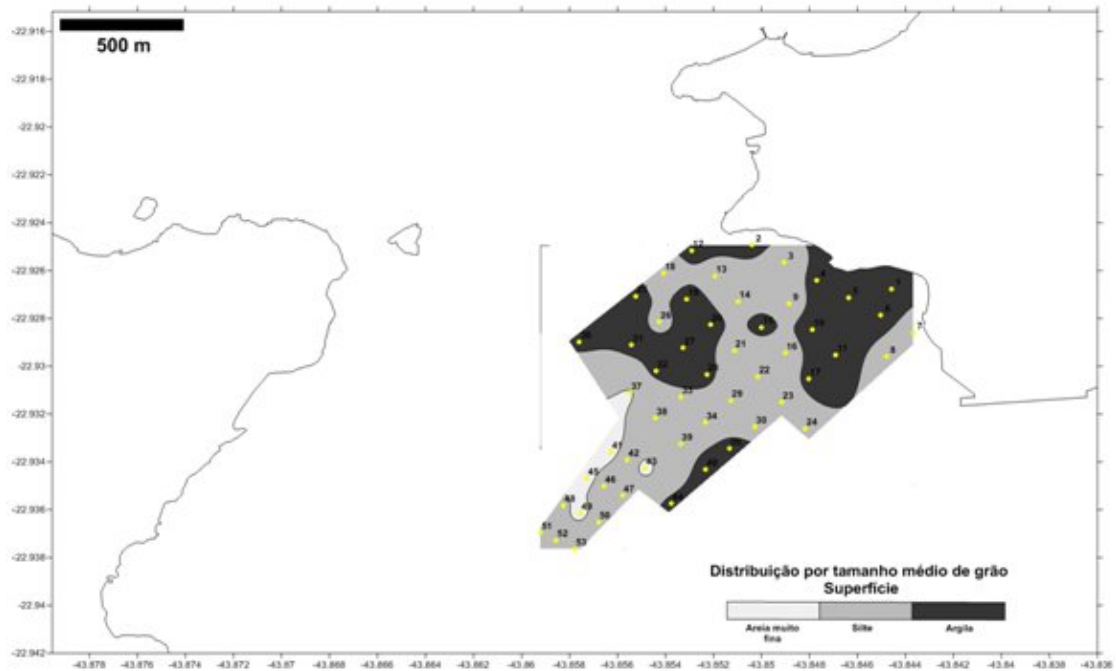


Figura 5.1-244 - Distribuição do tamanho médio de grão.

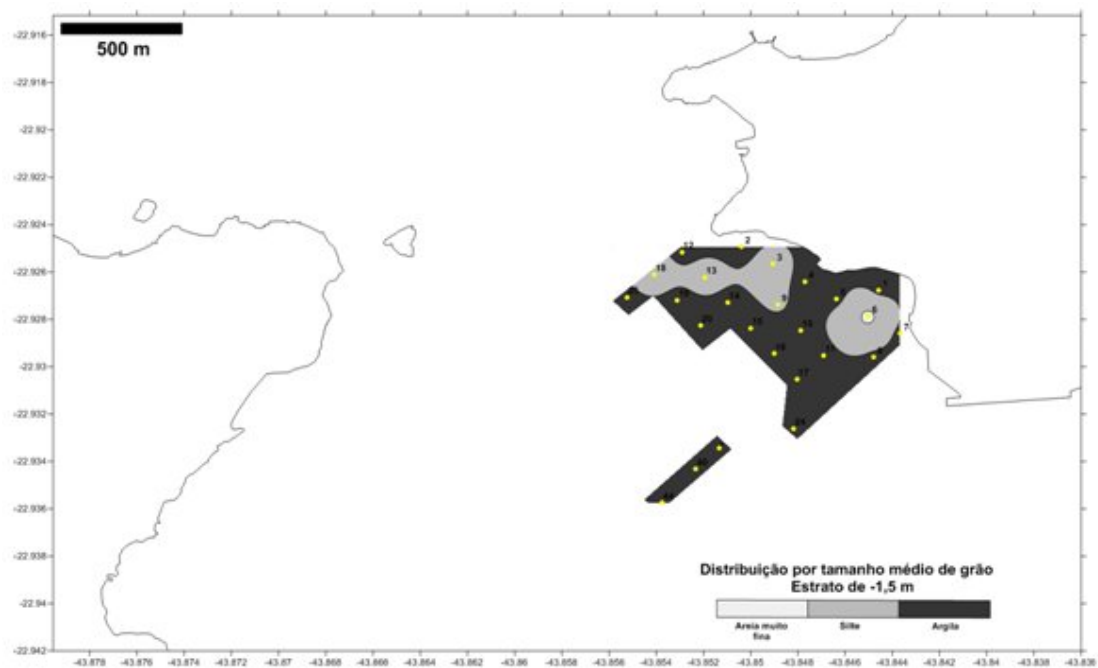


Figura 5.1-245 - Distribuição do tamanho médio de grão.

As amostras de sedimentos do estrato a - 3 metros abaixo da superfície do substrato apresentaram o predomínio espacial por interpolação dos testemunhos 1 ao

53, de finos com predomínio da fração pelítica constituída por argilas, secundado por siltes em pequena proporção junto ao testemunho 18. A fração areia muito fina não foi encontrada (Figura 5.1-246).

As amostras dos sedimentos do estrato intermediário nos testemunhos que chegaram até a cota real de – 12 metros apresentaram o predomínio espacial por interpolação dos testemunhos 1 ao 53, de finos com predomínio da fração pelítica constituída por siltes, secundado por argilas e pequena proporção de areias (testemunhos 41, 43, 45, 48, 49), da fração areia muito fina, mais distais a costa (Figura 5.1-247).

As amostras de sedimentos a -12,0 m apresentaram o predomínio espacial por interpolação dos testemunhos 1 ao 53, de finos com predomínio da fração pelítica constituída por siltes, secundado por argilas e pequena proporção de areias (testemunhos 46, 49), da fração areia muito fina, mais distais a costa (Figura 5.1-248).

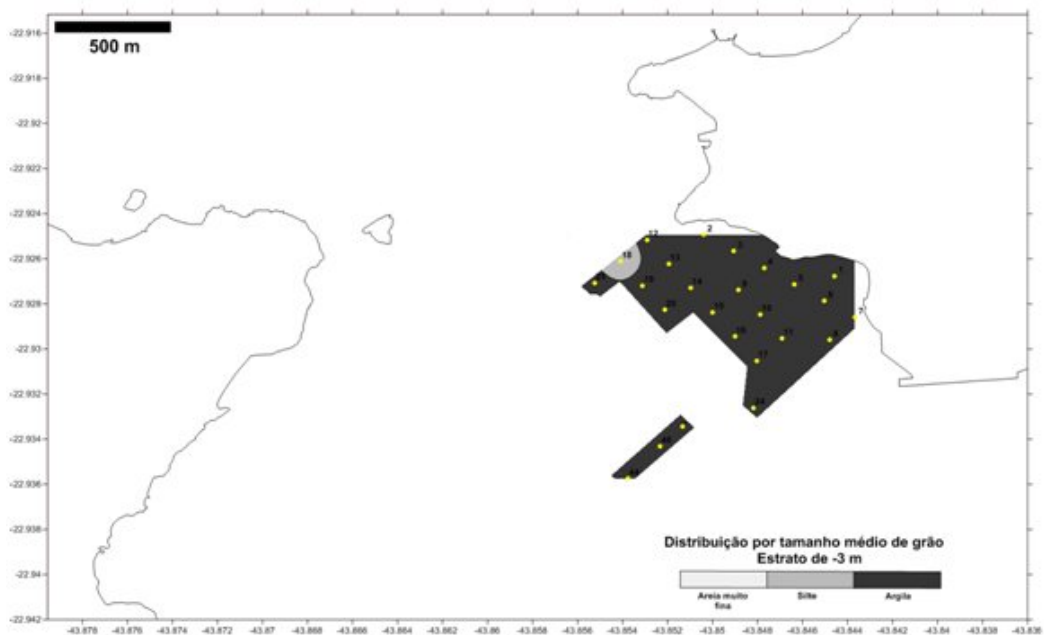


Figura 5.1-246 - Distribuição do tamanho médio de grão.

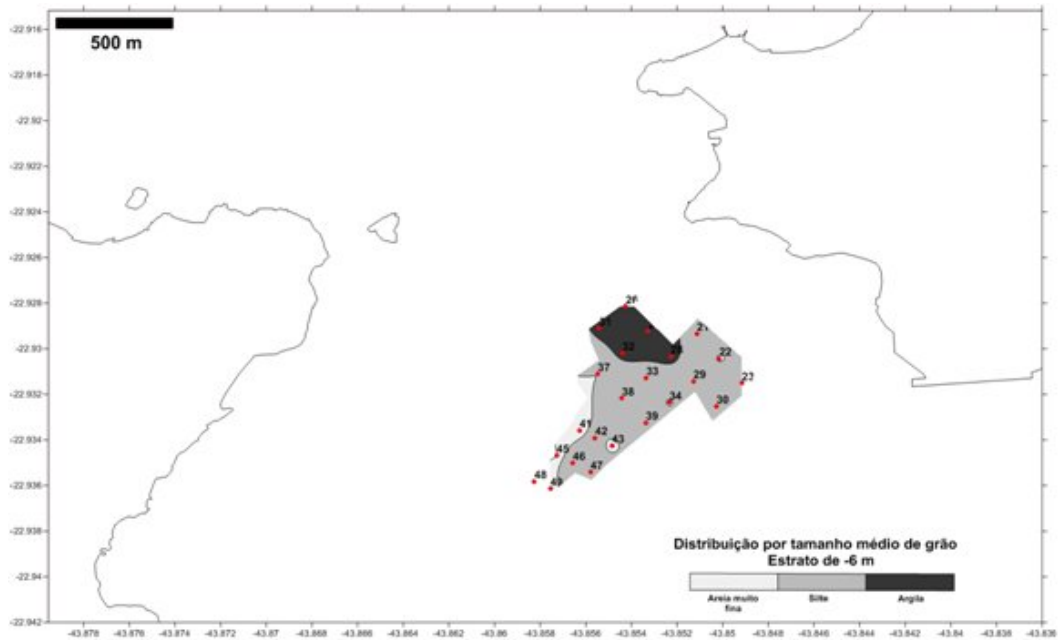


Figura 5.1-247 - Distribuição das amostras, no estrato intermediário, de sedimentos dos testemunhos da área do empreendimento.

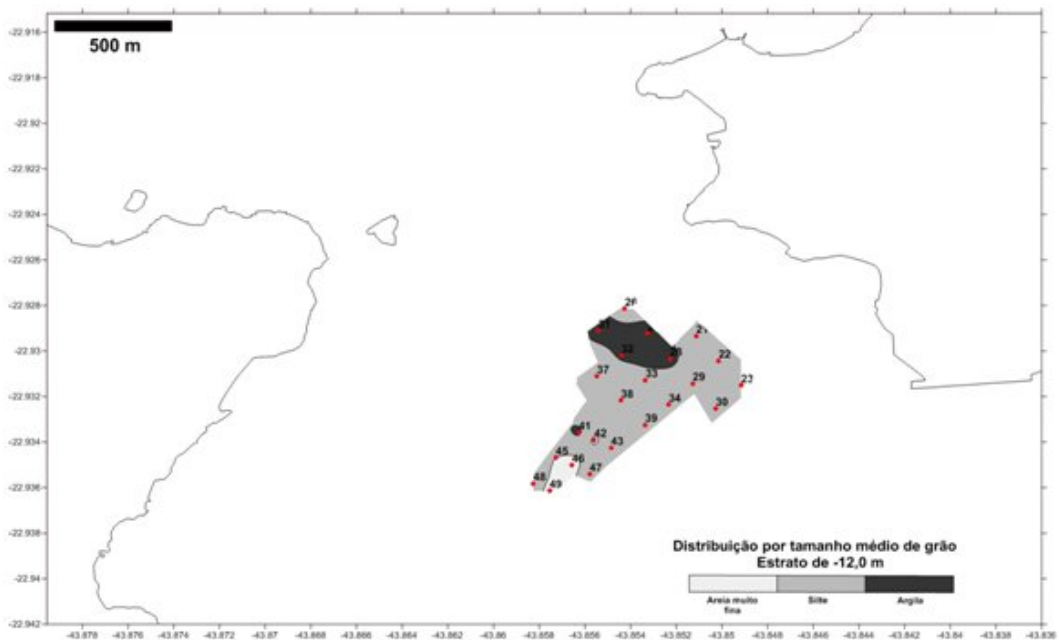


Figura 5.1-248 - Distribuição das amostras, no estrato de -12,0 m, de sedimentos dos testemunhos da área do empreendimento.

#### 5.1.8.2.5.2 Carbono Orgânico Total, Fósforo Total e Nitrogênio Kjeldahl Total

Os resultados das análises mostraram que as concentrações de Carbono Orgânico Total estão abaixo do valor de alerta determinado pela resolução CONAMA N. 344/04. Das 151 amostras analisadas, 27 mostraram Baixo Potencial de contaminação, com estes níveis variando entre 11% e 30%. Não houve continuidade na distribuição espacial dessas amostras, uma vez que ocorreram ao longo dos diversos estratos e distribuídas por toda a área de coleta. No entanto, pode-se considerar que amostras do horizonte superficial são as que apresentam os maiores potenciais de contaminação.

Para o Fósforo Total, as concentrações foram extremamente baixas (menos de 1% de Potencial de contaminação). Esse elemento foi detectado em 28 amostras. A distribuição vertical e horizontal do Fósforo Total também não apresentou um padrão linear.

O Nitrogênio Kjeldahl Total apresentou concentrações extremamente baixas. Apesar da detecção deste composto em 120 das amostras analisadas, o potencial de contaminação não passou de 0,5%. A Tabela 5.1-34 exhibe os resultados dos 3 elementos.

**Tabela 5.1-34 – Resultados das análises químicas de carbono orgânico total, nitrogênio Kjeldahl e fósforo total.**

| PONTOS DE COLETA DE AMOSTRAS DE SEDIMENTOS | C Org. Total (%) | N Kjeldahl (mg/kg) | P Total (mg/kg) |
|--------------------------------------------|------------------|--------------------|-----------------|
| 01 - SUP                                   | <1               | <1                 | 8,5             |
| 01 - MEI                                   | <1               | <1                 | 3,35            |
| 01 - FUN                                   | <1               | <1                 | 7,74            |
| 02 - SUP                                   | <1               | <1                 | <0,01           |
| 02 - MEI                                   | <1               | <1                 | <0,01           |
| 02 - FUN                                   | <1               | <1                 | 0,31            |
| 03 - SUP                                   | <1               | <1                 | 0,58            |
| 03 - MEI                                   | <1               | <1                 | 0,98            |
| 03 - FUN                                   | 1,5              | 1,2                | 8,99            |
| 04 - SUP                                   | <1               | <1                 | 8,14            |
| 04 - MEI                                   | <1               | <1                 | 5,15            |
| 04 - FUN                                   | <1               | <1                 | 6,17            |
| 05 - SUP                                   | <1               | <1                 | 1,65            |
| 05 - MEI                                   | <1               | <1                 | 0,87            |
| 05 - FUN                                   | <1               | <1                 | 0,12            |
| 06 - SUP                                   | <1               | <1                 | 4,65            |

| PONTOS DE COLETA DE AMOSTRAS DE SEDIMENTOS | C Org. Total (%) | N Kjeldahl (mg/kg) | P Total (mg/kg) |
|--------------------------------------------|------------------|--------------------|-----------------|
| 06 – MEI                                   | <1               | <1                 | <0,01           |
| 06 – FUN                                   | <1               | <1                 | 2,89            |
| 07 – SUP                                   | <1               | <1                 | 0,9             |
| 07 – MEI                                   | 2,75             | <1                 | 2,22            |
| 07 – FUN                                   | <1               | <1                 | <0,01           |
| 08 – SUP                                   | <1               | <1                 | <0,01           |
| 08 – MEI                                   | <1               | <1                 | 3,18            |
| 08 – FUN                                   | <1               | <1                 | 1,28            |
| 09 – SUP                                   | <1               | <1                 | <0,01           |
| 09 – MEI                                   | <1               | <1                 | 3,13            |
| 09 - FUN                                   | <1               | <1                 | <0,01           |
| 10 – SUP                                   | <1               | <1                 | 0,25            |
| 10 – MEI                                   | <1               | <1                 | 0,45            |
| 10 – FUN                                   | <1               | <1                 | <0,01           |
| 11 – SUP                                   | <1               | <1                 | <0,01           |
| 11 – MEI                                   | <1               | <1                 | 1,01            |
| 11 – FUN                                   | <1               | <1                 | 2,12            |
| 12 – SUP                                   | <1               | <1                 | 2,15            |
| 12 – MEI                                   | <1               | <1                 | 3,2             |
| 12 – FUN                                   | <1               | <1                 | 0,96            |
| 13 – SUP                                   | 1,56             | 1,1                | 6,2             |
| 13 – MEI                                   | 1,2              | 1,1                | 5,62            |
| 13 – FUN                                   | <1               | <1                 | 4,2             |
| 14 – SUP                                   | <1               | <1                 | 3,18            |
| 14 – MEI                                   | <1               | <1                 | <0,01           |
| 14 – FUN                                   | <1               | <1                 | 5,88            |
| 15 – SUP                                   | <1               | <1                 | <0,01           |
| 15 – MEI                                   | <1               | <1                 | <0,01           |
| 15 – FUN                                   | <1               | <1                 | 4,54            |
| 16 – SUP                                   | <1               | <1                 | 3,66            |
| 16 – MEI                                   | <1               | <1                 | 1,17            |
| 16 – FUN                                   | <1               | <1                 | <0,01           |
| 17 – SUP                                   | <1               | <1                 | 1,9             |
| 17 – MEI                                   | <1               | <1                 | 1,4             |
| 17 – FUN                                   | <1               | <1                 | 0,36            |



| PONTOS DE COLETA DE AMOSTRAS DE SEDIMENTOS | C Org. Total (%) | N Kjeldahl (mg/kg) | P Total (mg/kg) |
|--------------------------------------------|------------------|--------------------|-----------------|
| 18 – SUP                                   | <1               | <1                 | 2,25            |
| 18 – MEI                                   | <1               | <1                 | 1,02            |
| 18 – FUN                                   | <1               | <1                 | 1,25            |
| 19 – SUP                                   | <1               | <1                 | <0,01           |
| 19 – MEI                                   | <1               | <1                 | <0,01           |
| 19 – FUN                                   | <1               | <1                 | <0,01           |
| 20 – SUP                                   | <1               | <1                 | 0,45            |
| 20 – MEI                                   | <1               | <1                 | 1,12            |
| 20 - FUN                                   | <1               | <1                 | <0,01           |
| 21 – SUP                                   | <1               | 1,38               | 5,68            |
| 21 – MEI                                   | <1               | 1,35               | 2,35            |
| 21 - FUN                                   | <1               | <1                 | <0,01           |
| 22 – SUP                                   | <1               | <1                 | 2,35            |
| 22 – MEI                                   | 1,6              | 3,5                | 9,21            |
| 22 – FUN                                   | <1               | <1                 | 0,55            |
| 23 – SUP                                   | <1               | 1,1                | <0,01           |
| 23 – MEI                                   | 2,88             | <1                 | 2,88            |
| 23 – FUN                                   | <1               | <1                 | <0,01           |
| 24 – SUP                                   | <1               | <1                 | <0,01           |
| 24 – MEI                                   | <1               | <1                 | 1,4             |
| 24 – FUN                                   | <1               | <1                 | 0,9             |
| 25 - SUP                                   | <1               | <1                 | 8,5             |
| 25 - MEI                                   | <1               | <1                 | 4,54            |
| 25 - FUN                                   | <1               | <1                 | 0,88            |
| 26 – SUP                                   | <1               | <1                 | 5,65            |
| 26 – MEI                                   | <1               | 2,2                | 3,65            |
| 26 – FUN                                   | 1,65             | <1                 | 3,56            |
| 27 – SUP                                   | <1               | <1                 | <0,01           |
| 27 – MEI                                   | <1               | <1                 | <0,01           |
| 27 – FUN                                   | <1               | <1                 | 1,12            |
| 28 – SUP                                   | 2,4              | 6,45               | 11,56           |
| 28 – MEI                                   | <1               | <1                 | 5,45            |
| 28– FUN                                    | <1               | <1                 | 3,65            |
| 29 – SUP                                   | 1,3              | 1,5                | 4,55            |
| 29 – MEI                                   | <1               | <1                 | 2,8             |

| PONTOS DE COLETA DE AMOSTRAS DE SEDIMENTOS | C Org. Total (%) | N Kjeldahl (mg/kg) | P Total (mg/kg) |
|--------------------------------------------|------------------|--------------------|-----------------|
| 29 – FUN                                   | <1               | 1,25               | 2,36            |
| 30 – SUP                                   | <1               | <1                 | 4,56            |
| 30 – MEI                                   | <1               | <1                 | 5,68            |
| 30 – FUN                                   | <1               | 2,3                | 6,2             |
| 31 – SUP                                   | <1               | <1                 | 8,5             |
| 31 - MEI                                   | <1               | <1                 | 0,66            |
| 31 – FUN                                   | 1,2              | 1,1                | 5,65            |
| 32 – SUP                                   | <1               | <1                 | 4,25            |
| 32 – MEI                                   | <1               | <1                 | 5,6             |
| 32 –FUN                                    | <1               | <1                 | 8,5             |
| 33 – SUP                                   | <1               | <1                 | 1,25            |
| 33 – MEI                                   | <1               | <1                 | 0,89            |
| 33 – FUN                                   | <1               | <1                 | 0,89            |
| 34 – SUP                                   | <1               | <1                 | 0,98            |
| 34 – MEI                                   | 2,56             | <1                 | 11,03           |
| 34 FUN                                     | 1,6              | 2,56               | 2,98            |
| 35 – SUP                                   | <1               | <1                 | <0,01           |
| 35 – MEI                                   | <1               | <1                 | 9,17            |
| 35 – FUN                                   | <1               | <1                 | 3,12            |
| 36 – SUP                                   | <1               | 1                  | 10,03           |
| 36 – MEI                                   | <1               | <1                 | <0,01           |
| 36 – FUN                                   | <1               | <1                 | 6,03            |
| 37 – SUP                                   | 2,2              | 1,5                | 9,56            |
| 37 – MEI                                   | 2,5              | 1                  | 0,58            |
| 37 - FUN                                   | 1,8              | 4,65               | 8,65            |
| 38 – SUP                                   | <1               | <1                 | 5,54            |
| 38 – MEI                                   | <1               | <1                 | 9,89            |
| 38 – FUN                                   | <1               | <1                 | 5,44            |
| 39 – SUP                                   | <1               | <1                 | 0,99            |
| 39 – MEI                                   | 2,1              | 1,56               | 0,69            |
| 39 – FUN                                   | <1               | 2,1                | 3,33            |
| 40 – SUP                                   | <1               | <1                 | <0,01           |
| 40 – MEI                                   | <1               | <1                 | 2,15            |
| 40- FUN                                    | <1               | <1                 | 1,17            |
| 41 – SUP                                   | <1               | <1                 | 3,56            |

| PONTOS DE COLETA DE AMOSTRAS DE SEDIMENTOS | C Org. Total (%) | N Kjeldahl (mg/kg) | P Total (mg/kg) |
|--------------------------------------------|------------------|--------------------|-----------------|
| 41 – MEI                                   | <1               | <1                 | 0,56            |
| 41 – FUN                                   | <1               | <1                 | 4,56            |
| 42 – SUP                                   | <1               | <1                 | 8,87            |
| 42 – MEI                                   | <1               | <1                 | 2,77            |
| 42 – FUN                                   | <1               | <1                 | 8,5             |
| 43 – SUP                                   | <1               | 2,5                | 6,68            |
| 43 – MEI                                   | <1               | 1,5                | 3,68            |
| 43 – FUN                                   | <1               | 2,5                | 3,35            |
| 44 – SUP                                   | <1               | <1                 | <0,01           |
| 44 – MEI                                   | <1               | <1                 | <0,01           |
| 44 – FUN                                   | <1               | <1                 | <0,01           |
| 45 – SUP                                   | 2,1              | <1                 | 0,56            |
| 45 – MEI                                   | 1,5              | <1                 | 0,89            |
| 45 – FUN                                   | <1               | <1                 | <0,01           |
| 46 – SUP                                   | <1               | <1                 | 2,77            |
| 46 – MEI                                   | <1               | <1                 | 1,01            |
| 46 – FUN                                   | <1               | <1                 | <0,01           |
| 47 – SUP                                   | 1,6              | 3,2                | 6,99            |
| 47 – MEI                                   | <1               | 2,2                | 3,54            |
| 47 – FUN                                   | 1,3              | 1,3                | 3,31            |
| 48 – SUP                                   | <1               | <1                 | 0,56            |
| 48 – MEI                                   |                  |                    |                 |
| 48 – FUN                                   | <1               | <1                 | 0,97            |
| 49 – SUP                                   | 1,5              | 2,5                | 3,55            |
| 49 – MEI                                   | <1               | <1                 | 2,44            |
| 49 – FUN                                   | <1               | <1                 | 5,65            |
| 50 – SUP                                   | <1               | <1                 | 2,65            |
| 51 – SUP                                   | 2,35             | 2,2                | 8,98            |
| 52 – SUP                                   | <1               | <1                 | 2,65            |
| 53 – SUP                                   | <1               | <1                 | 2,56            |

#### 5.1.8.2.5.3 Metais Pesados e Arsênio (As)

A Tabela 5.1-35 exibe os resultados de todas as análises de metais.

**Tabela 5.1-35 – Resultados das análises químicas de metais.**

| PONTOS DE<br>COLETA DE<br>AMOSTRAS DE<br>SEDIMENTOS | METAIS (Mg/Kg)  |                |               |               |                |               |                |                  |
|-----------------------------------------------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|------------------|
|                                                     | Arsênio<br>(As) | Cádmio<br>(Cd) | Cobre<br>(Cu) | Cromo<br>(Cr) | Chumbo<br>(Pb) | Zinco<br>(Zn) | Níquel<br>(Ni) | Mercúrio<br>(Hg) |
| 01 - SUP                                            | <0,15           | 3,8            | 11            | 42            | 22             | 971           | 11             | <0,005           |
| 01 - MEI                                            | <0,15           | 1,7            | 10            | 35            | 18             | 522           | 6,7            | <0,005           |
| 01 - FUN                                            | <0,15           | 0,50           | 1,9           | 11            | 7,5            | 38            | 2,4            | <0,005           |
| 02 - SUP                                            | <0,15           | 0,50           | 6,2           | 20,93         | 18,25          | 49,1          | 11,6           | <0,005           |
| 02 - MEI                                            | <0,15           | <0,50          | 4,45          | 46,38         | 14,95          | 40,95         | 9,7            | <0,005           |
| 02 - FUN                                            | <0,15           | <0,50          | 22,7          | 32,78         | 20,5           | 80            | 9,7            | <0,005           |
| 03 - SUP                                            | <0,15           | <0,50          | 15            | 33            | 12             | 304           | 8,5            | <0,005           |
| 03 - MEI                                            | <0,15           | <0,50          | 12            | 29            | 8,3            | 199           | 6,4            | <0,005           |
| 03 - FUN                                            | <0,15           | <0,50          | 8             | 30            | 6,7            | 32            | 8,20           | <0,005           |
| 04 - SUP                                            | <0,15           | <0,50          | 3,4           | 6,43          | 8,45           | 7,95          | 1,75           | <0,005           |
| 04 - MEI                                            | <0,15           | <0,50          | 6,4           | 44,28         | 19,55          | 50,2          | 12,4           | <0,005           |
| 04 - FUN                                            | <0,15           | <0,50          | 4,1           | 43,68         | 32,6           | 8,45          | 24,5           | <0,005           |
| 05 - SUP                                            | <0,15           | <0,50          | 8,5           | 53            | 12             | 55            | 12             | <0,005           |
| 05 - MEI                                            | <0,15           | <0,50          | 4,5           | 30            | 6,3            | 30            | 5,3            | <0,005           |
| 05 - FUN                                            | <0,15           | <0,50          | 7,2           | 34            | 12             | 39            | 7              | <0,005           |
| 06 - SUP                                            | <0,15           | <0,50          | 3             | 30            | 12             | 107           | 9,2            | <0,005           |
| 06 - MEI                                            | <0,15           | <0,50          | 1,1           | 14            | 6,8            | 31            | 2,1            | <0,005           |
| 06 - FUN                                            | <0,15           | <0,50          | <0,50         | 8,7           | 6,6            | 26            | <0,50          | <0,005           |
| 07 - SUP                                            | <0,15           | <0,50          | 6,2           | 25,18         | 45,65          | 126,5         | 1,95           | <0,005           |
| 07 - MEI                                            | <0,15           | <0,50          | 6,55          | 14,5          | 7,45           | 20,9          | 7,15           | <0,005           |
| 07 - FUN                                            | <0,15           | <0,50          | 27,8          | 8,23          | 12,7           | 33,35         | 7,15           | <0,005           |
| 08 - SUP                                            | <0,15           | <0,50          | 4,1           | 83,64         | 17,6           | 34,9          | 2,43           | <0,005           |
| 08 - MEI                                            | <0,15           | <0,50          | 1,45          | 27,03         | 14,65          | 32,55         | 9,1            | <0,005           |
| 08 - FUN                                            | <0,15           | <0,50          | 6,55          | 5,78          | 14,65          | 44,35         | 4,15           | <0,005           |
| 09 - SUP                                            | <0,15           | <0,50          | 6,4           | 51,24         | 14,65          | 83,5          | 14,75          | <0,005           |
| 09 - MEI                                            | <0,15           | <0,50          | 8,15          | 54,59         | 11,35          | 54,65         | 14,75          | <0,005           |
| 09 - FUN                                            | <0,15           | <0,50          | 7,25          | 47,58         | 13             | 49,75         | 12,4           | <0,005           |
| 10 - SUP                                            | <0,15           | <0,50          | 9,5           | 58            | 11             | 98            | 14             | <0,005           |
| 10 - MEI                                            | <0,15           | <0,50          | 7,5           | 47            | 10             | 51            | 9,6            | <0,005           |
| 10 - FUN                                            | <0,15           | <0,50          | 8,5           | 49            | 41             | 52            | 10             | <0,005           |
| 11 - SUP                                            | <0,15           | <0,50          | 9,3           | 46            | 13             | 237           | 9,1            | <0,005           |
| 11 - MEI                                            | <0,15           | <0,50          | 85            | 55            | 9              | 54            | 12             | <0,005           |
| 11 - FUN                                            | <0,15           | <0,50          | 8,5           | 55            | 8,5            | 56            | 11             | <0,005           |
| 12 - SUP                                            | <0,15           | <0,50          | 6,55          | 46,38         | 16,6           | 53,65         | 12             | <0,005           |
| 12 - MEI                                            | <0,15           | <0,50          | <0,50         | 39,43         | 10,4           | 4,4           | 2,15           | <0,005           |
| 12 - FUN                                            | <0,15           | <0,50          | <0,50         | 6,43          | 18,55          | 8,35          | 2,95           | <0,005           |
| 13 - SUP                                            | <0,15           | <0,50          | 12,49         | 48,28         | 5,63           | 93,55         | 15,3           | <0,005           |

| PONTOS DE<br>COLETA DE<br>AMOSTRAS DE<br>SEDIMENTOS | METAIS (Mg/Kg)  |                |               |               |                |               |                |                  |
|-----------------------------------------------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|------------------|
|                                                     | Arsênio<br>(As) | Cádmio<br>(Cd) | Cobre<br>(Cu) | Cromo<br>(Cr) | Chumbo<br>(Pb) | Zinco<br>(Zn) | Níquel<br>(Ni) | Mercúrio<br>(Hg) |
| 13 – MEI                                            | < 0,15          | <0,50          | 14,74         | 49,88         | 26             | 68,25         | 13,8           | <0,005           |
| 13 – FUN                                            | < 0,15          | <0,50          | 9,99          | 43,68         | 14,05          | 112,5         | 12,35          | <0,005           |
| 14 – SUP                                            | < 0,15          | <0,50          | 6,4           | 48,25         | 11,35          | 52,45         | 13,5           | <0,005           |
| 14 – MEI                                            | < 0,15          | <0,50          | 8,85          | 36,08         | 8,75           | 43,8          | 10,1           | <0,005           |
| 14 – FUN                                            | < 0,15          | <0,50          | 8,3           | 41,23         | 8,75           | 51,4          | 12,4           | <0,005           |
| 15 – SUP                                            | < 0,15          | <0,50          | 6,7           | 46            | 9,5            | 45            | 9,3            | <0,005           |
| 15 – MEI                                            | < 0,15          | <0,50          | 8,2           | 55            | 8,5            | 52            | 12             | <0,005           |
| 15 – FUN                                            | < 0,15          | <0,50          | 7,5           | 45            | 9              | 50            | 9,8            | <0,005           |
| 16 – SUP                                            | < 0,15          | <0,50          | 5,35          | 41,23         | 6,45           | 49,9          | 14,4           | <0,005           |
| 16 – MEI                                            | < 0,15          | <0,50          | 5,35          | 44,28         | 7,45           | 50,45         | 12,8           | <0,005           |
| 16 – FUN                                            | <0,15           | <0,50          | 7,45          | 60,34         | 23,15          | 61,55         | 16,85          | <0,005           |
| 17 – SUP                                            | <0,15           | <0,50          | 12,1 5        | 46,15         | 18,75          | 235           | 11,1           | <0,005           |
| 17 – MEI                                            | <0,15           | <0,50          | 11,65         | 55,25         | 14,5           | 61,1          | 13,35          | <0,005           |
| 17 – FUN                                            | <0,15           | <0,50          | 0,38          | 55,6          | 0,51           | 57,3          | 13,9           | <0,005           |
| 18 – SUP                                            | <0,15           | <0,50          | 6,95          | 40,75         | 11,4           | 41,7          | 10,23          | <0,005           |
| 18 – MEI                                            | <0,15           | <0,50          | 8,45          | 49,35         | 11,4           | 48,1          | 12,25          | <0,005           |
| 18 – FUN                                            | <0,15           | <0,50          | 9,2           | 55,05         | 10,3           | 49,9          | 14,05          | <0,005           |
| 19 – SUP                                            | <0,15           | <0,50          | 8,7           | 55            | 10             | 54            | 13             | <0,005           |
| 19 – MEI                                            | <0,15           | <0,50          | 11            | 55            | 14             | 115           | 13             | <0,005           |
| 19 – FUN                                            | <0,15           | 1              | 14            | 49            | 18             | 522           | 11             | <0,005           |
| 20 – SUP                                            | <0,15           | <0,50          | 6,1           | 4,9           | 16             | 100           | 13             | <0,005           |
| 20 – MEI                                            | <0,15           | <0,50          | 4,6           | 43            | 19             | 50            | 11             | <0,005           |
| 20 - FUN                                            | <0,15           | <0,50          | 7,8           | 62            | 20             | 64            | 17             | <0,005           |
| 21 – SUP                                            | <0,15           | <0,50          | 9,99          | 55,85         | 14,05          | 1980          | 14,15          | <0,005           |
| 21 – MEI                                            | <0,15           | <0,50          | 11,99         | 54,25         | 12,15          | 54            | 13,3           | <0,005           |
| 21 - FUN                                            | <0,15           | <0,50          | 8,44          | 49,63         | 14,4           | 253           | 13,6           | <0,005           |
| 22 – SUP                                            | <0,15           | <0,50          | 12            | 31            | 23             | 340           | 9,4            | <0,005           |
| 22 – MEI                                            | <0,15           | <0,50          | 9,6           | 59            | 22             | 100           | 17             | <0,005           |
| 22 – FUN                                            | <0,15           | <0,50          | 4,5           | 35            | 15             | 43            | 8,8            | <0,005           |
| 23 – SUP                                            | <0,15           | <0,50          | 14,75         | 49,1          | 23,05          | 432,5         | 10,05          | <0,005           |
| 23 – MEI                                            | <0,15           | <0,50          | 6,4           | 16,09         | 23,15          | 59,64         | 17,03          | <0,005           |
| 23 – FUN                                            | <0,15           | <0,50          | 6,95          | 52,6          | 9,9            | 50            | 11,8           | <0,005           |
| 24 – SUP                                            | <0,15           | <0,50          | 4,25          | 25,3          | 5,34           | 106,85        | 4,2            | <0,005           |
| 24 – MEI                                            | <0,15           | <0,50          | 1,4           | 18,9          | 602            | 97,55         | 5,33           | <0,005           |
| 24 – FUN                                            | <0,15           | <0,50          | 2,65          | 13,2          | 7,21           | 15,9          | 2,31           | <0,005           |
| 25 - SUP                                            | <0,15           | <0,50          | 15            | 48            | 28             | 140           | 12             | <0,005           |
| 25 - MEI                                            | <0,15           | <0,50          | 1,5           | 16            | 13             | 699           | 2,5            | <0,005           |
| 25 - FUN                                            | <0,15           | <0,50          | 3,5           | 21            | 11             | 26            | 5              | <0,005           |
| 26 – SUP                                            | <0,15           | <0,50          | 13,5          | 38,3          | 20,05          | 323,2         | 8,07           | <0,005           |



| PONTOS DE<br>COLETA DE<br>AMOSTRAS DE<br>SEDIMENTOS | METAIS (Mg/Kg)  |                |               |               |                |               |                |                  |
|-----------------------------------------------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|------------------|
|                                                     | Arsênio<br>(As) | Cádmio<br>(Cd) | Cobre<br>(Cu) | Cromo<br>(Cr) | Chumbo<br>(Pb) | Zinco<br>(Zn) | Níquel<br>(Ni) | Mercúrio<br>(Hg) |
| 26 – MEI                                            | <0,15           | <0,50          | 45,3          | 16            | 12             | 433,3         | 3,5            | <0,005           |
| 26 – FUN                                            | <0,15           | <0,50          | 6,5           | 21            | 11             | 27            | 5,3            | <0,005           |
| 27 – SUP                                            | <0,15           | <0,50          | 5,1           | 43            | 17             | 63            | 11             | <0,005           |
| 27 – MEI                                            | <0,15           | <0,50          | 5,1           | 46            | 17             | 64            | 12             | <0,005           |
| 27 – FUN                                            | <0,15           | <0,50          | 9             | 57            | 23             | 84            | 17             | <0,005           |
| 28 – SUP                                            | <0,15           | <0,50          | 7,4           | 38            | 26             | 428           | 10             | <0,005           |
| 28 – MEI                                            | <0,15           | <0,50          | 4             | 30            | 17             | 89            | 8,9            | <0,005           |
| 28 – FUN                                            | <0,15           | <0,50          | 6,6           | 37            | 20             | 82            | 10             | <0,005           |
| 29 – SUP                                            | <0,15           | <0,50          | 7,63          | 46,34         | 10,27          | 51,8          | 16,2           | <0,005           |
| 29 – MEI                                            | <0,15           | <0,50          | 10,12         | 54,44         | 20,17          | 177,5         | 18,6           | <0,005           |
| 29 – FUN                                            | <0,15           | <0,50          | 5,57          | 61,14         | 14,32          | 57,15         | 15,5           | <0,005           |
| 30 – SUP                                            | <0,15           | <0,50          | 13,25         | 32,1          | 12,3           | 96,3          | 10,1           | <0,005           |
| 30 – MEI                                            | <0,15           | <0,50          | 10,9          | 3,23          | 2,51           | 42,3          | 8,7            | <0,005           |
| 30 – FUN                                            | <0,15           | <0,50          | 5,2           | 8,7           | 4,71           | 32,3          | 12,1           | <0,005           |
| 31 – SUP                                            | <0,15           | <0,50          | 4,5           | 36            | 17             | 91            | 8,4            | <0,005           |
| 31 – MEI                                            | <0,15           | <0,50          | 5,4           | 39            | 15             | 107           | 8,9            | <0,005           |
| 31 – FUN                                            | <0,15           | <0,50          | 4             | 21            | 20             | 26            | 3,2            | <0,005           |
| 32 – SUP                                            | <0,15           | <0,50          | 14            | 17            | 13             | 34            | 3,7            | <0,005           |
| 32 – MEI                                            | <0,15           | <0,50          | 4,5           | 9,2           | 14             | 15            | <0,50          | <0,005           |
| 32 – FUN                                            | <0,15           | <0,50          | 3,1           | 11            | 16             | 17            | <0,50          | <0,005           |
| 33 – SUP                                            | <0,15           | <0,50          | 7,92          | 35,39         | 19,17          | 113,65        | 13,8           | <0,005           |
| 33 – MEI                                            | <0,15           | <0,50          | 6,41          | 40,35         | 20,17          | 98,9          | 14,65          | <0,005           |
| 33 – FUN                                            | <0,15           | <0,50          | 4,57          | 29,04         | 9,32           | 39,4          | 9,5            | <0,005           |
| 34 – SUP                                            | <0,15           | <0,50          | 6,1           | 14            | 12             | 38            | 2,8            | <0,005           |
| 34 – MEI                                            | <0,15           | <0,50          | 2             | 17            | 14             | 20            | 2,4            | <0,005           |
| 34 – FUN                                            | <0,15           | <0,50          | 1,5           | 17            | 17             | 20            | 3,9            | <0,005           |
| 35 – SUP                                            | <0,15           | <0,50          | 1,53          | 37,4          | 4,3            | 8,8           | 1,3            | <0,005           |
| 35 – MEI                                            | <0,15           | <0,50          | 2,85          | 30,2          | 8,3            | 11,05         | 4,2            | <0,005           |
| 35 – FUN                                            | <0,15           | <0,50          | 2,85          | 28,2          | 8              | 8,8           | 3,25           | <0,005           |
| 36 – SUP                                            | <0,15           | <0,50          | 8,5           | 5,78          | 27,35          | 92,1          | 18,05          | <0,005           |
| 36 – MEI                                            | <0,15           | <0,50          | 6,05          | 51,84         | 19,33          | 13,75         | 3,05           | <0,005           |
| 36 – FUN                                            | <0,15           | <0,50          | 10,95         | 6,73          | 97,2           | 97,2          | 9,4            | <0,005           |
| 37 – SUP                                            | <0,15           | <0,50          | 8,27          | 8,24          | 6,62           | 12,65         | 2,55           | <0,005           |
| 37 – MEI                                            | <0,15           | <0,50          | 4,58          | 6,49          | 6,17           | 7,65          | 2,55           | <0,005           |
| 37 – FUN                                            | <0,15           | <0,50          | 3,32          | 9,34          | 6,17           | 4,15          | 3,7            | <0,005           |
| 38 – SUP                                            | <0,15           | <0,50          | 5,7           | 39            | 18             | 69            | 11             | <0,005           |
| 38 – MEI                                            | <0,15           | <0,50          | 4,5           | 24            | 14             | 36            | 6,3            | <0,005           |
| 38 – FUN                                            | <0,15           | <0,50          | 3,5           | 24            | 19             | 28            | 4,3            | <0,005           |
| 39 – SUP                                            | <0,15           | <0,50          | 9,92          | 42,79         | 14,77          | 109,85        | 14,55          | <0,005           |

| PONTOS DE<br>COLETA DE<br>AMOSTRAS DE<br>SEDIMENTOS | METAIS (Mg/Kg)  |                |               |               |                |               |                |                  |
|-----------------------------------------------------|-----------------|----------------|---------------|---------------|----------------|---------------|----------------|------------------|
|                                                     | Arsênio<br>(As) | Cádmio<br>(Cd) | Cobre<br>(Cu) | Cromo<br>(Cr) | Chumbo<br>(Pb) | Zinco<br>(Zn) | Níquel<br>(Ni) | Mercúrio<br>(Hg) |
| 39 – MEI                                            | <0,15           | <0,50          | 4,77          | 25,89         | 7,52           | 27,35         | 10,25          | <0,005           |
| 39 – FUN                                            | <0,15           | <0,50          | 5,37          | 20,94         | 5,27           | 29,8          | 6,1            | <0,005           |
| 40 – SUP                                            | <0,15           | <0,50          | 5,1           | 10,3          | 7,5            | 10,50         | 1,5            | <0,005           |
| 40 – MEI                                            | <0,15           | <0,50          | 3,65          | 12,1          | 6,4            | 9,55          | 2,53           | <0,005           |
| 40- FUN                                             | <0,15           | <0,50          | 1,8           | 8,9           | 5,2            | 14,6          | 3,55           | <0,005           |
| 41 – SUP                                            | <0,15           | <0,50          | 15,67         | 4,05          | 2,58           | 31,45         | 2,3            | <0,005           |
| 41 – MEI                                            | <0,15           | <0,50          | 15,67         | 4,05          | 2,58           | 31,45         | 2,3            | <0,005           |
| 41 – FUN                                            | <0,15           | <0,50          | 4,57          | 7,19          | 5,27           | 20,2          | 3,66           | <0,005           |
| 42 – SUP                                            | <0,15           | <0,50          | <0,50         | 10            | 18             | 11            | <0,50          | <0,005           |
| 42 – MEI                                            | <0,15           | <0,50          | 5,2           | 17            | 12             | 27            | <0,50          | <0,005           |
| 42 – FUN                                            | <0,15           | <0,50          | 2             | 11            | 11             | 12            | <0,50          | <0,005           |
| 43 – SUP                                            | <0,15           | <0,50          | 36            | 9,35          | 4,37           | 19,6          | 5,7            | <0,005           |
| 43 – MEI                                            | <0,15           | <0,50          | 95,72         | 7,54          | 3,92           | 19,65         | 3,45           | <0,005           |
| 43 – FUN                                            | <0,15           | <0,50          | 32,97         | 17,09         | 4,37           | 45,2          | 5,45           | <0,005           |
| 44 – SUP                                            | <0,15           | <0,50          | 1,6           | <1,50         | <1,50          | <0,50         | <0,50          | <0,005           |
| 44 – MEI                                            | <0,15           | <0,50          | 1,7           | <1,50         | <1,50          | <0,50         | <0,50          | <0,005           |
| 44 – FUN                                            | <0,15           | <0,50          | 6,1           | <1,50         | <1,50          | 14,6          | <0,50          | <0,005           |
| 45 – SUP                                            | <0,15           | <0,50          | 11            | 12            | 8,3            | 17            | 1,7            | <0,005           |
| 45 – MEI                                            | <0,15           | <0,50          | 6             | 4,5           | <1,5           | 24            | <0,50          | <0,005           |
| 45 – FUN                                            | <0,15           | <0,50          | 3,4           | 3,5           | <1,5           | 25            | <0,50          | <0,005           |
| 46 – SUP                                            | <0,15           | <0,50          | 2,9           | 13            | 6,7            | 16            | 4              | <0,005           |
| 46 - MEI                                            | <0,15           | <0,50          | 2,7           | 12            | 6,5            | 14            | 3,8            | <0,005           |
| 46 – FUN                                            | <0,15           | <0,50          | 5,8           | 24            | 9,3            | 28            | 6,4            | <0,005           |
| 47 – SUP                                            | <0,15           | <0,50          | 15            | 5,4           | <0,15          | 19            | 1,8            | <0,005           |
| 47 – MEI                                            | <0,15           | <0,50          | 12            | 5,6           | <0,15          | 19            | <0,50          | <0,005           |
| 47 – FUN                                            | <0,15           | <0,50          | 6             | 7,3           | <1,5           | 41            | <0,50          | <0,005           |
| 48 – SUP                                            | <0,15           | <0,50          | 25            | 28            | 6,2            | 49            | 4,5            | <0,005           |
| 48 – MEI                                            |                 |                |               |               |                |               |                |                  |
| 48 – FUN                                            | <0,15           | <0,50          | 14            | 21            | 6,2            | 60            | 5,2            | <0,005           |
| 49 – SUP                                            | <0,15           | <0,50          | 3,2           | 12            | 3,6            | 34            | 3,3            | <0,005           |
| 49 – MEI                                            | <0,15           | <0,50          | 8             | 12            | 57             | 30            | 2,5            | <0,005           |
| 49 – FUN                                            | <0,15           | <0,50          | 2,4           | 11            | 5,2            | 24            | 2,4            | <0,005           |
| 50 – SUP                                            | <0,15           | <0,50          | 10            | 27            | 5,2            | 202           | 7,2            | <0,005           |
| 51 - SUP                                            | <0,15           | <0,50          | 5,8           | 28            | 3,1            | 31            | 7,1            | <0,005           |
| 52 - SUP                                            | <0,15           | 1,5            | 11            | 35            | 13             | 634           | 8,5            | <0,005           |
| 53 - SUP                                            | <0,15           | <0,50          | 7,4           | 25            | 5,7            | 62            | 5,6            | <0,005           |

#### 5.1.8.2.5.3.1 Arsênio (As) e Mercúrio (Hg)

Estes elementos não foram identificados nas amostras, devido as suas concentrações estarem abaixo dos limites de detecção, segundo os métodos de análise utilizados e que se encontram em níveis inferiores ao estipulado pela Resolução do CONAMA N. 344/04.

#### 5.1.8.2.5.3.2 Cádmiio (Cd)

Na maioria das amostras, as concentrações de Cádmiio apresentaram-se abaixo do nível de detecção instrumental. No entanto, em quatro amostras, este elemento foi detectado, sendo que em apenas uma, o valor ficou acima do permitido (nível 3, águas salina/salobra), estabelecido pela Resolução do CONAMA N. 344/04 (Figura 5.1-220), demonstrando contaminações pontuais por este elemento. Considerando o espaçamento entre os pontos de amostragem, não é possível afirmar que os sedimentos a serem dragados da área próxima à ilha da Madeira (profundidade de até 2 m) estão totalmente livres de contaminação por Cd, visto que no testemunho 1, a contaminação foi observada em duas amostras, na superfície e no estrato de -1,5 m. No testemunho 19 há uma amostra com Potencial de Contaminação Alto e no testemunho 52 há uma amostra superficial Contaminada (Figura 5.1-249).

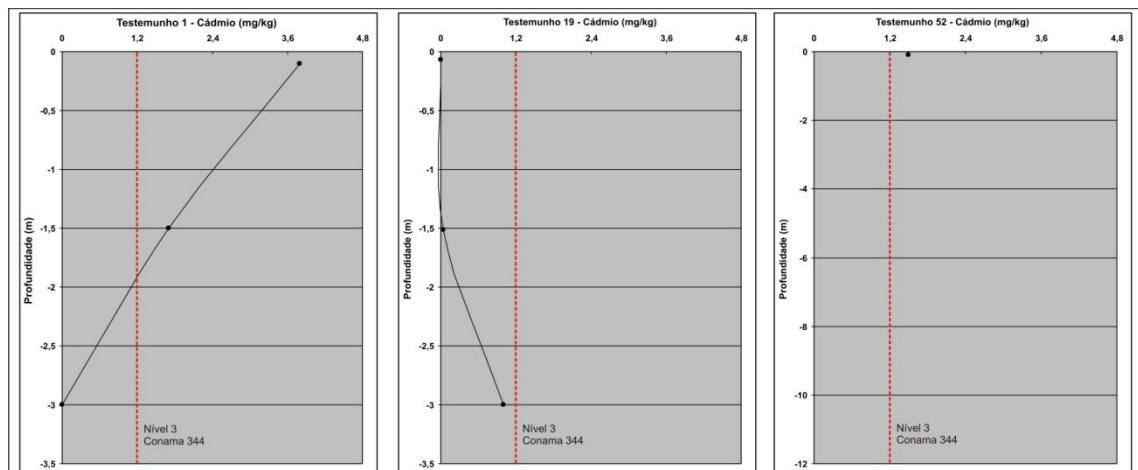
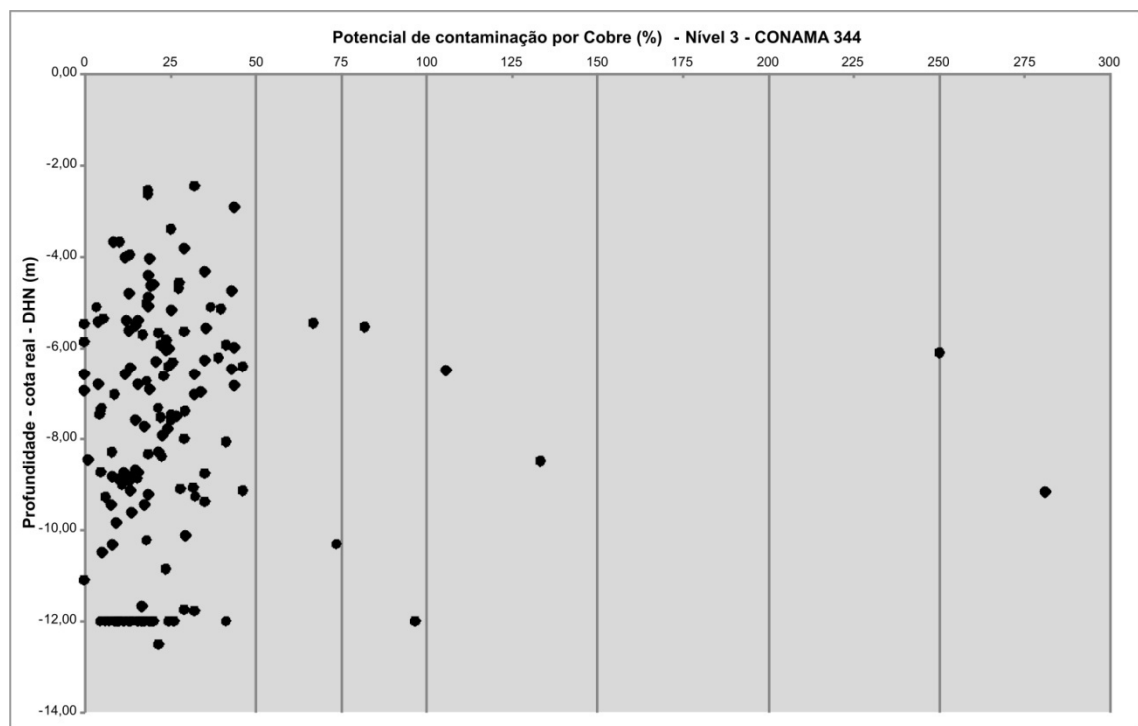


Figura 5.1-249 - Variação vertical do Cádmiio nos sedimentos analisados

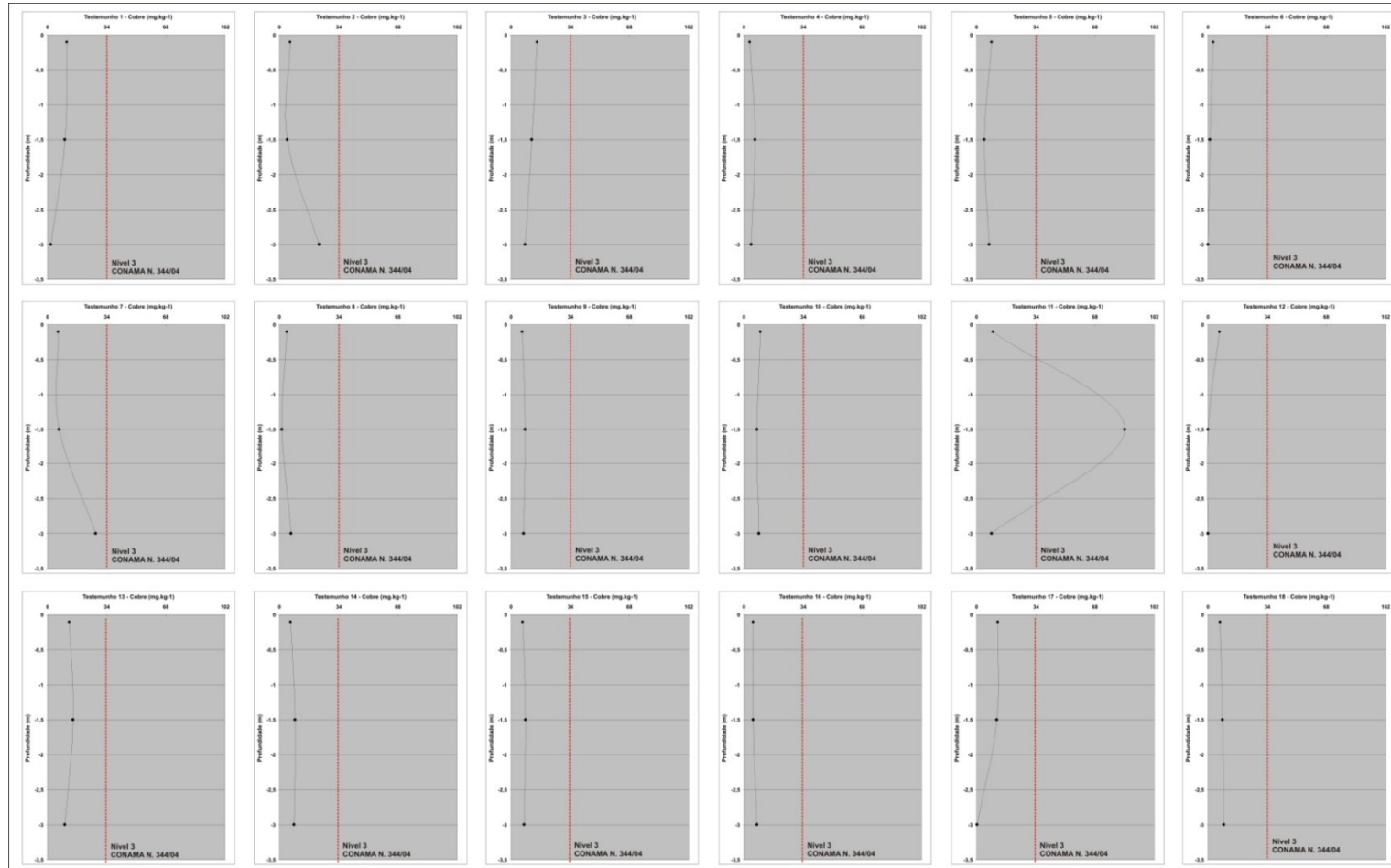
### 5.1.8.2.5.3.3 Cobre (Cu)

De uma maneira geral, os dados mostram que 95% das amostras coletadas em todos os estratos apresentam Baixo Potencial de Contaminação (Figura 5.1-250). Oito amostras excederam 100% deste nível, com concentrações quase três vezes maiores que o estabelecido pela Resolução do CONAMA N. 344/04, tratando-se de amostras Contaminadas. O nível de contaminação diminuiu à medida que a espessura da coluna de sedimentos aumentou (Figura 5.1-253 a Figura 5.1-256).

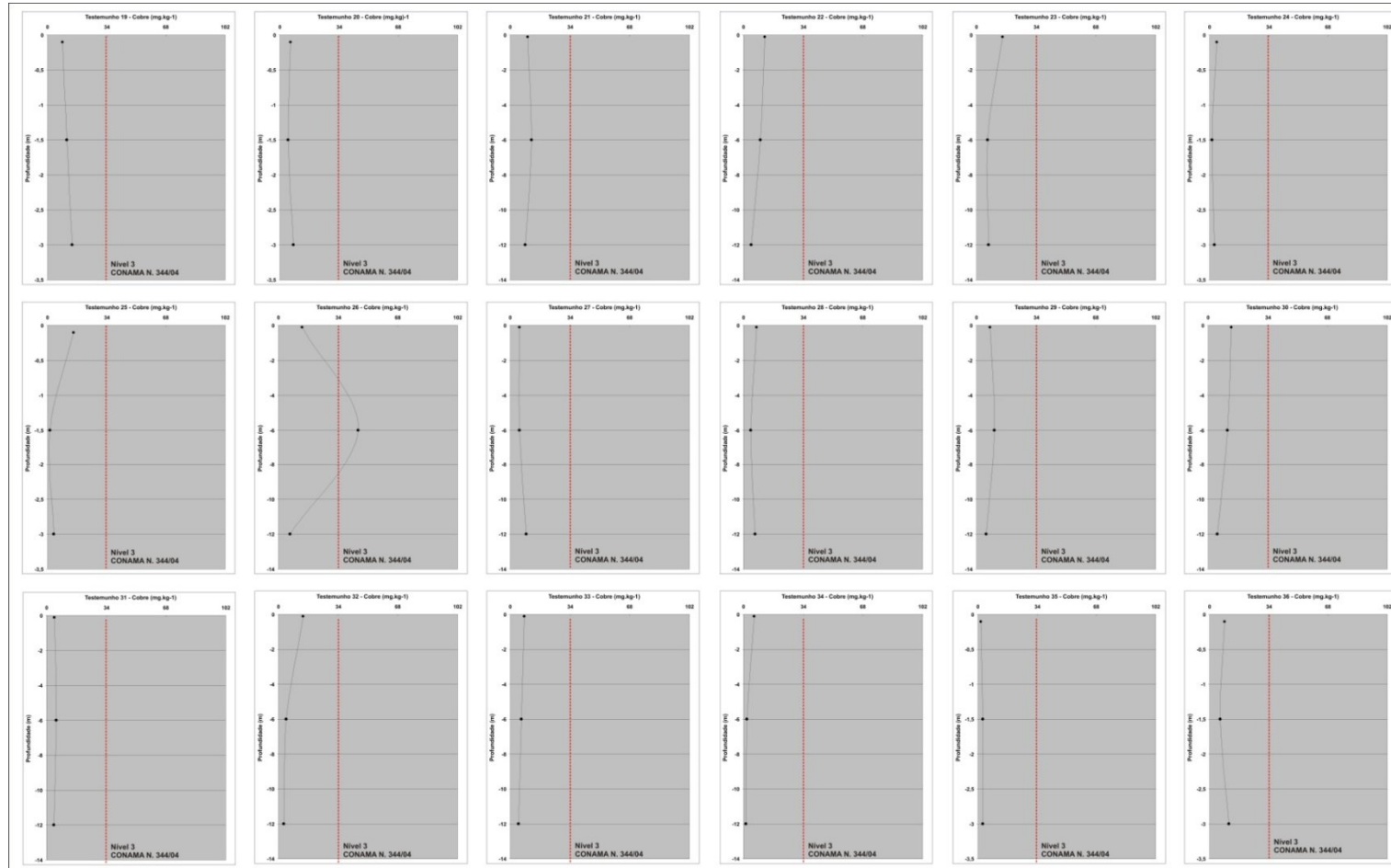
A Figura 5.1-251, a Figura 5.1-252 e a Figura 5.1-253 mostram a variação vertical do cobre.



**Figura 5.1-250 - Potencial de contaminação por Cobre (Cu), de todas as amostras analisadas, plotadas na sua cota real de profundidade (DHN). A medida que a espessura de sedimentos aumenta, a contaminação tende a diminuir. No entanto, há a ocorrência de quatro amostras com potenciais de contaminação acima do estabelecido pela CONAMA N° 344/04.**

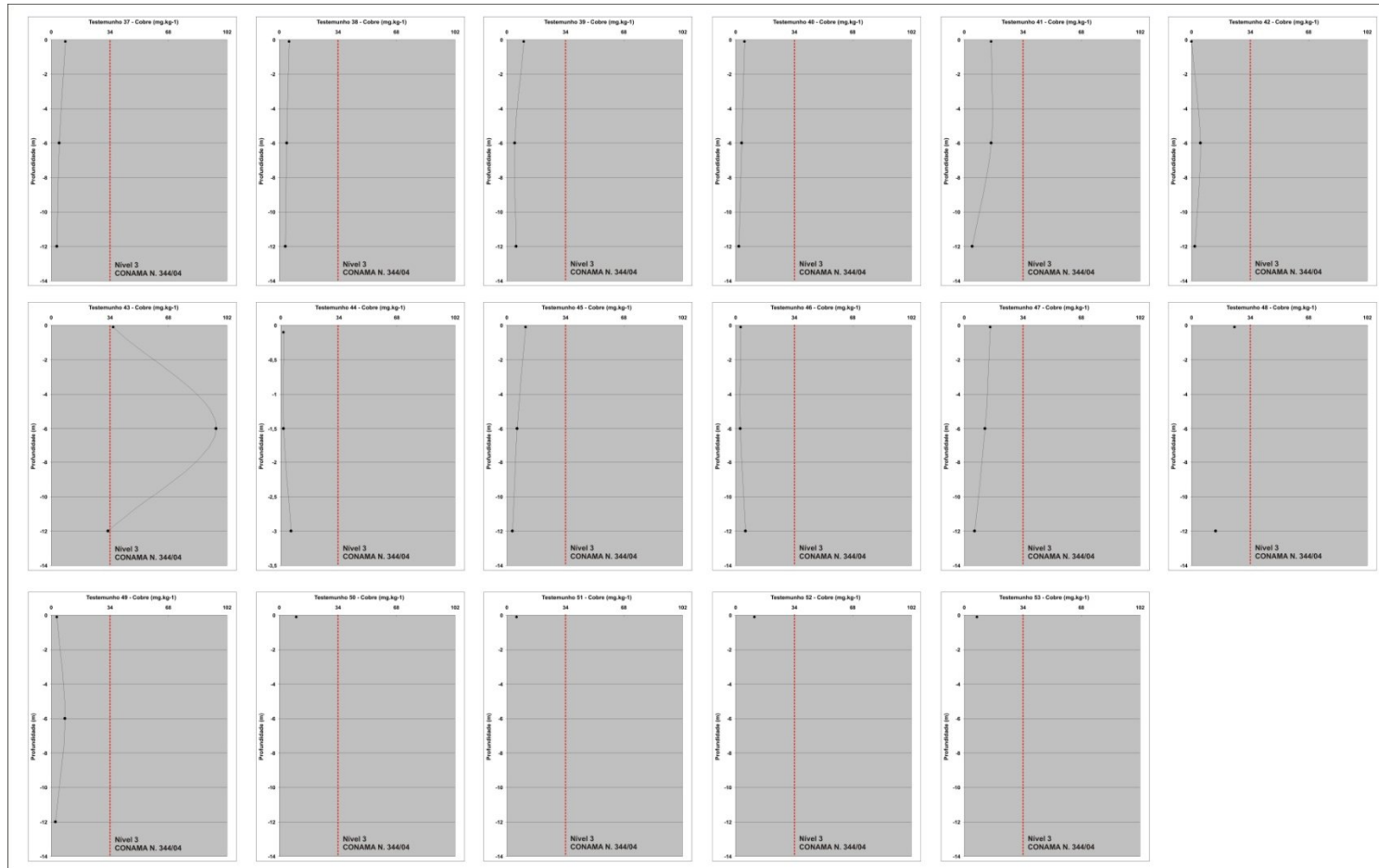


**Figura 5.1-251 - Variação vertical do Cobre (mg kg-1) nas amostras analisadas. O nível 3 de contaminação estabelecido pela Resolução do CONAMA N. 344/04 é de 34 mg kg-1 e está indicado pela linha vermelha.**



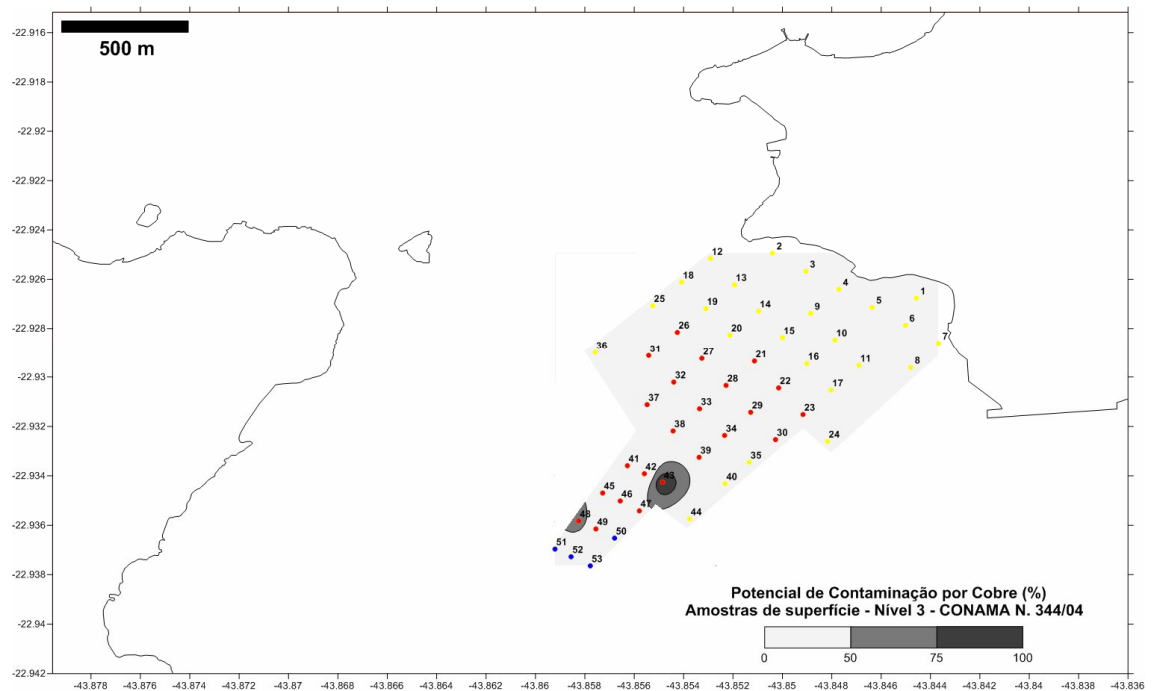
**Figura 5.1-252 - Variação vertical do Cobre (mg kg<sup>-1</sup>) nas amostras analisadas. O nível 3 de contaminação estabelecido pela Resolução do CONAMA N. 344/04 é de 34 mg kg<sup>-1</sup> e está indicado pela linha vermelha.**





**Figura 5.1-253 - Variação vertical do Cobre (mg kg<sup>-1</sup>) nas amostras analisadas. O nível 3 de contaminação estabelecido pela Resolução do CONAMA N. 344/04 é de 34 mg kg<sup>-1</sup> e está indicado pela linha vermelha.**

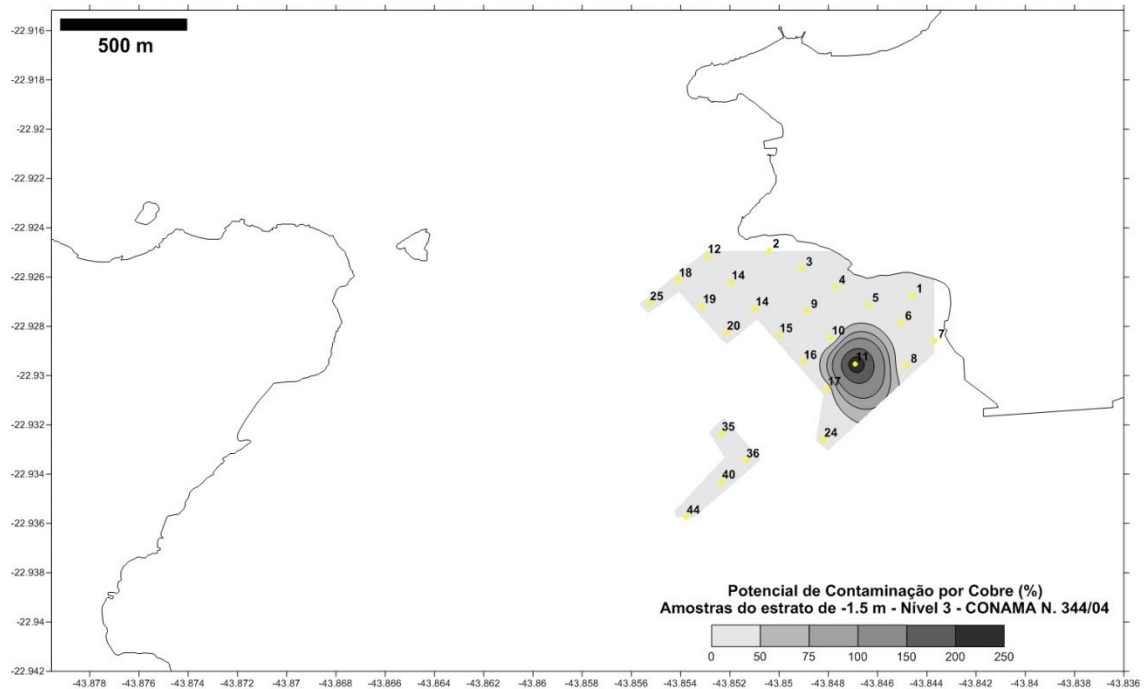
A Figura 5.1-254 apresenta o mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Cobre (Cu) nas amostras superficiais coletadas na área do empreendimento. Contaminação acentuada e pontual nos testemunhos 43 (Contaminada) e 48 (Alto Potencial de Contaminação).



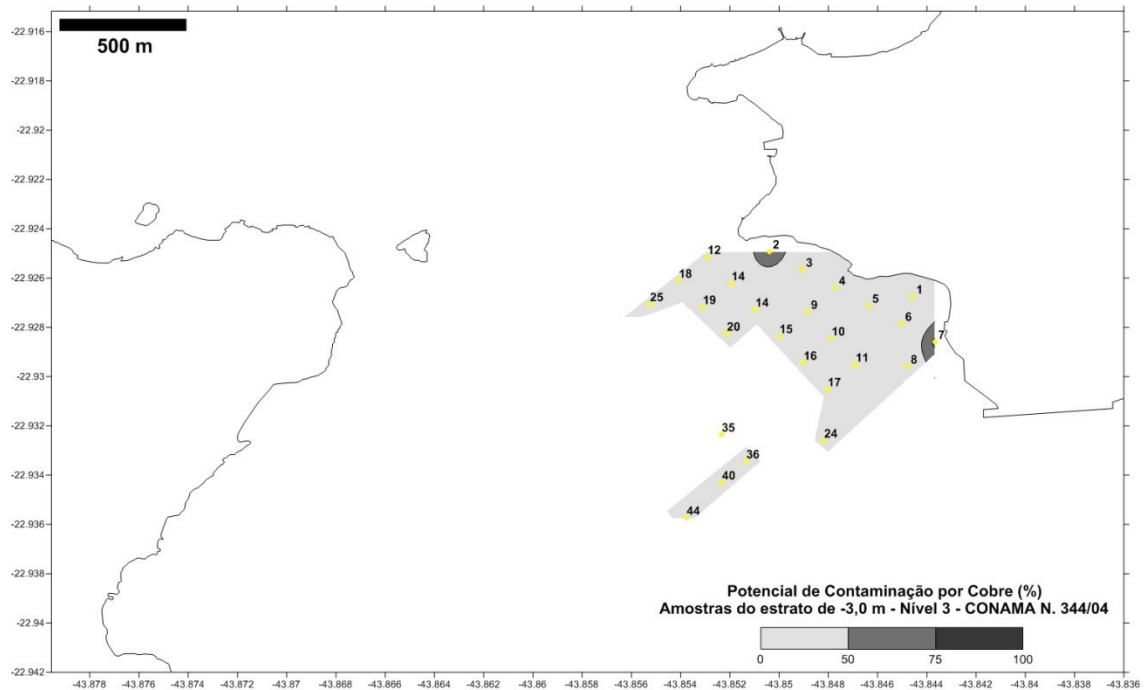
**Figura 5.1-254 - Mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Cobre (Cu) nas amostras superficiais coletadas na área diretamente afetada. Contaminação acentuada e pontual nas estações 43 (Contaminada) e 48 (Alto Potencial de Contaminação).**

A Figura 5.1-255 apresenta o mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Cobre (Cu) nas amostras coletadas 1,5 metro abaixo da superfície do substrato. Contaminação acentuada e pontual no testemunho 11 (Contaminada). A maior parte das amostras deste horizonte nos testemunhos analisados apresentou um Baixo Potencial de Contaminação. A maioria dos testemunhos analisados é de Baixo Potencial de Contaminação.

A Figura 5.1-256 apresenta o mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Cobre (Cu) nas amostras situadas no estrato de 3,0 metros abaixo da superfície do substrato. Contaminação acentuada e pontual nos testemunhos 2 e 7 (Alto Potencial de Contaminação). A maioria dos testemunhos analisados é de Baixo Potencial de Contaminação.

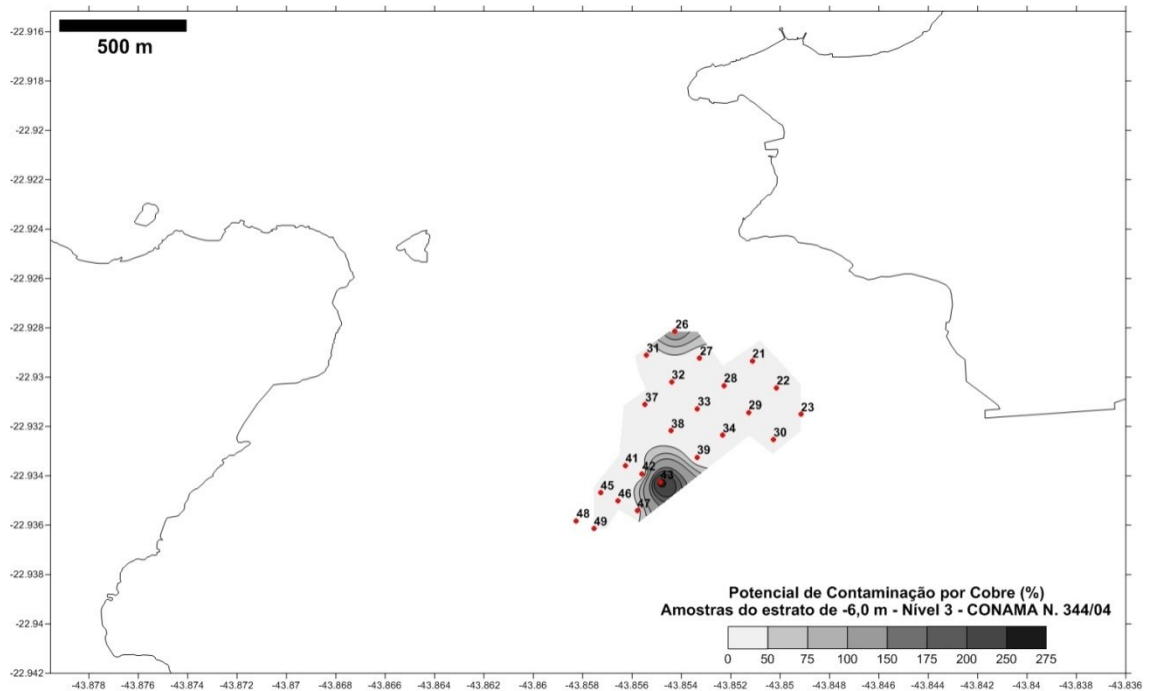


**Figura 5.1-255 - Mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Cobre (Cu) 1,5 metro abaixo da superfície do substrato, na área diretamente afetada. Contaminação extremamente elevada na estação 11.**



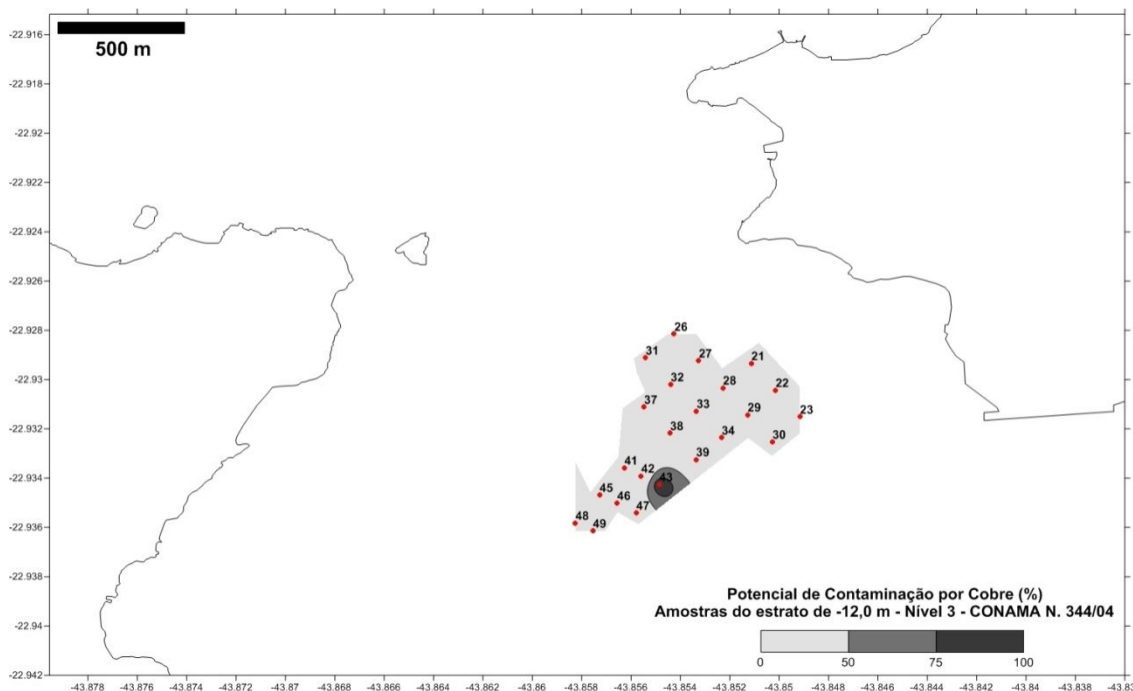
**Figura 5.1-256 - Mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Cobre (Cu) 3,0 metros abaixo da superfície do substrato, na área diretamente afetada. Área com Alto Potencial de Contaminação nas estações 7 e 2.**

A Figura 5.1-257 apresenta o mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Cobre (Cu) nas amostras situadas no estrato entre a cota real de – 12 metros e a superfície do substrato. Contaminação pontual nos testemunhos 43 e 26 (Contaminadas) e demais com Baixo Potencial de Contaminação.



**Figura 5.1-257 - Mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Cobre (Cu) nas amostras do estrato entre a superfície do substrato e a cota real de -12 metros (DHN). Área acima do potencial de contaminação (100%), especialmente no testemunho 43 (Contaminada), mostrando elevada contaminação por Cobre.**

A Figura 5.1-258 apresenta o mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Cobre (Cu) nas amostras situadas no estrato da cota real -12,0 metros, coletadas na área do empreendimento. Contaminação acentuada e pontual no testemunho 43 (Alto Potencial de Contaminação).

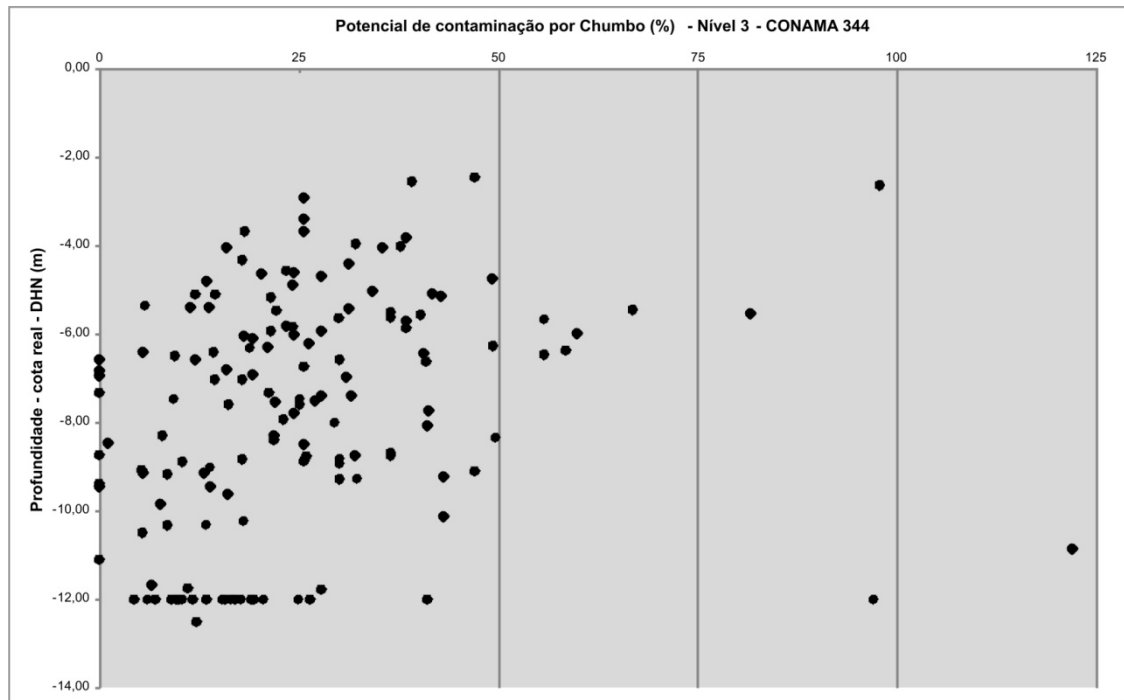


**Figura 5.1-258 - Mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Cobre (Cu) nas amostras do estrato -12,0 metros, na área do empreendimento. Área com Alto Potencial de Contaminação, referente ao testemunho 43.**

#### 5.1.8.2.5.3.4 Chumbo (Pb)

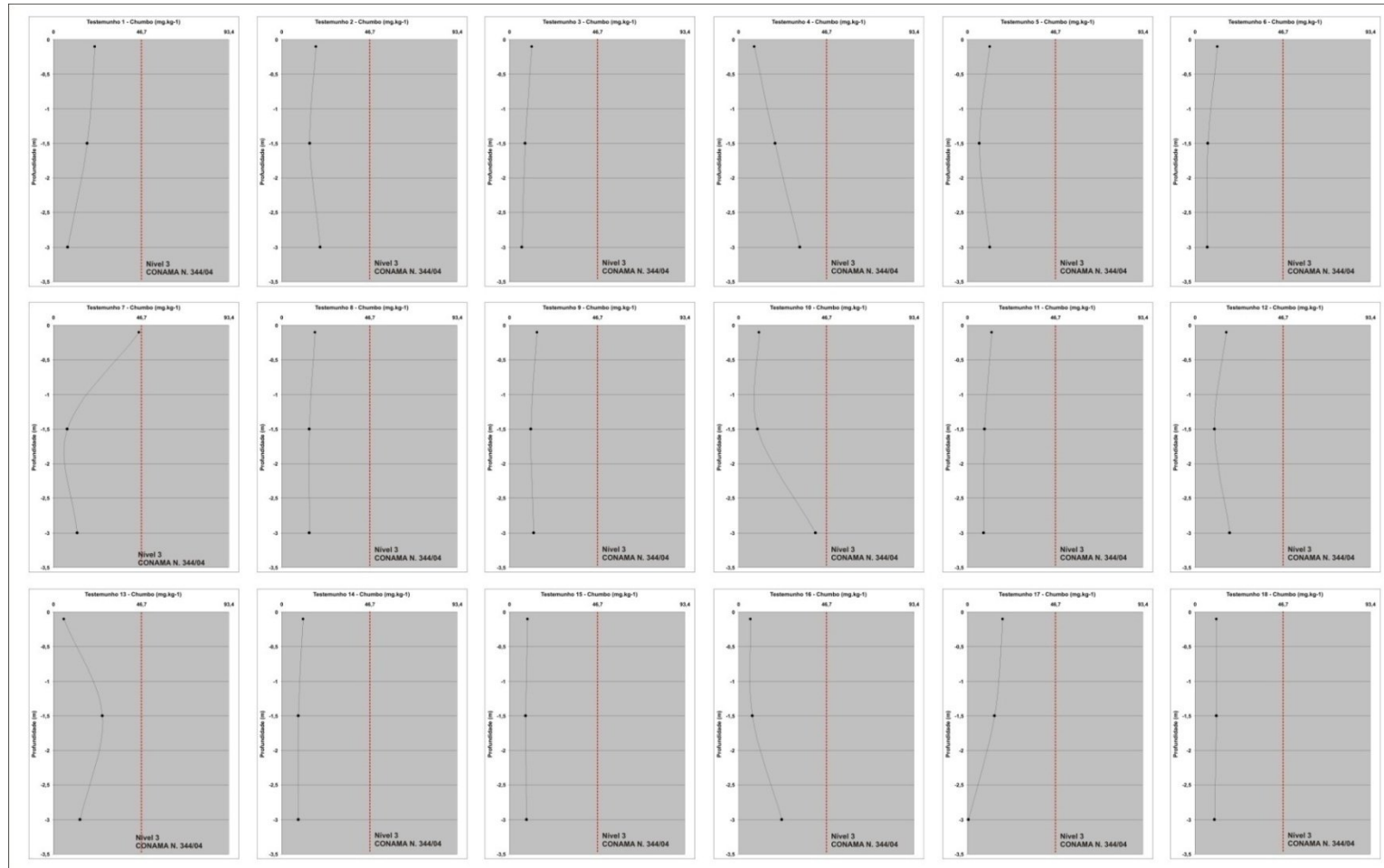
Em relação a este metal, notou-se que há maioria das amostras mostra-se com níveis de contaminação de até 50% (Baixo Potencial de Contaminação). A exceção se faz para uma amostra superficial coletada no ponto 7, onde a concentração de Pb ultrapassou o limite estabelecido pela Resolução do CONAMA N. 344/04. Trata-se de uma amostra com Alto Potencial de Contaminação (próximo a 100%). Já no testemunho 49 (no estrato intermediário) há uma amostra Contaminada (Figura 5.1-260). Os níveis diminuem ao longo da coluna de sedimentos (Figura 5.1-259). Considerando que as concentrações de Pb obtidas nas análises estão abaixo do estabelecido pela Resolução do CONAMA N. 344/04, pode-se considerar que não há contaminação por este metal nos sedimentos analisados.

A Figura 5.1-260, Figura 5.1-261 e Figura 5.1-262 mostram a variação vertical do chumbo.

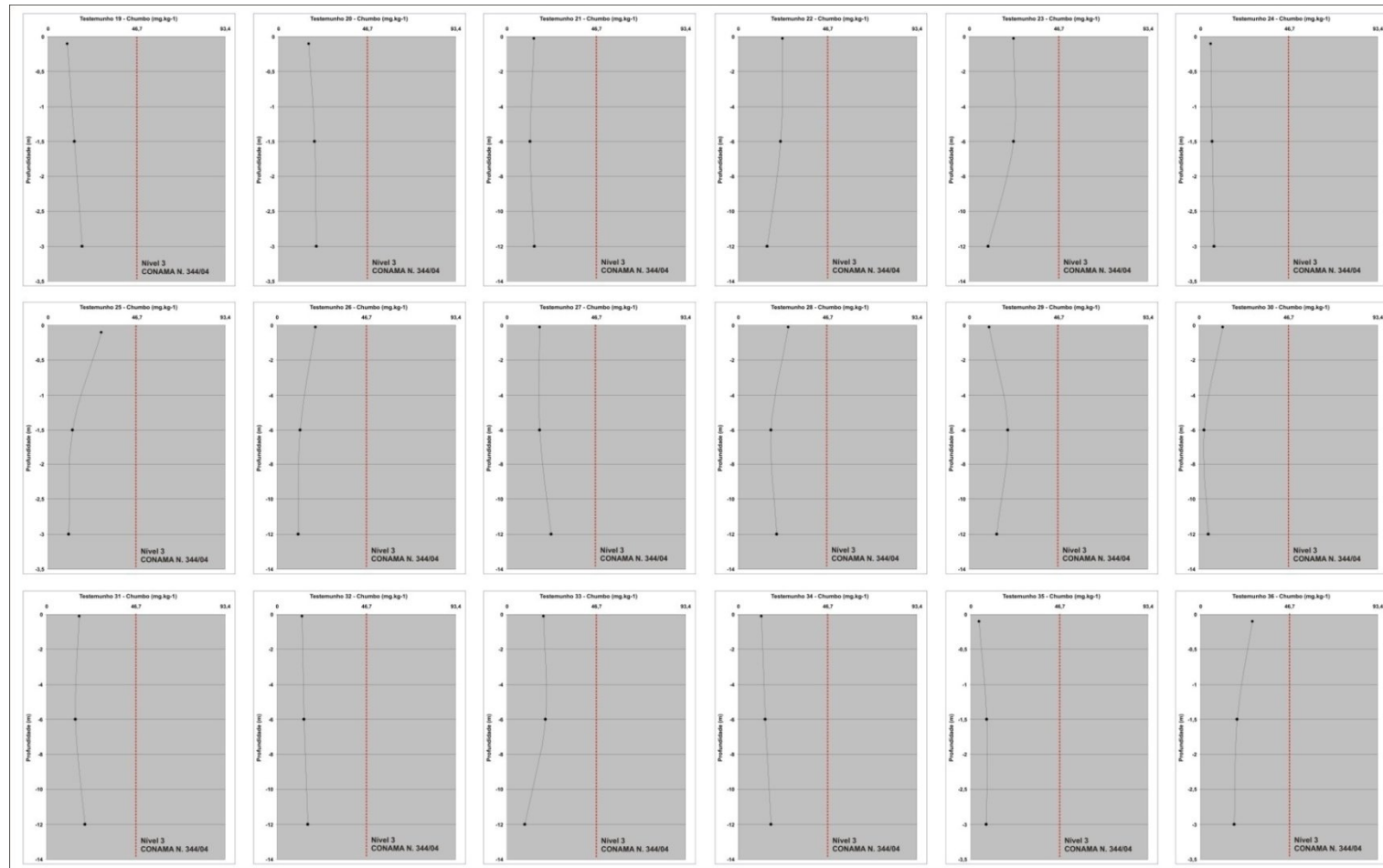


**Figura 5.1-259 – Potencial de contaminação por Chumbo (Pb), de todas as amostras analisadas, plotadas com suas cotas reais de profundidade. A grande maioria das amostras com níveis de contaminação estão com até 50% (Baixo Potencial de Contaminação), demonstrando certa estabilidade nas concentrações de Pb nas amostras analisadas. Apenas uma mostrou-se Contaminada.**

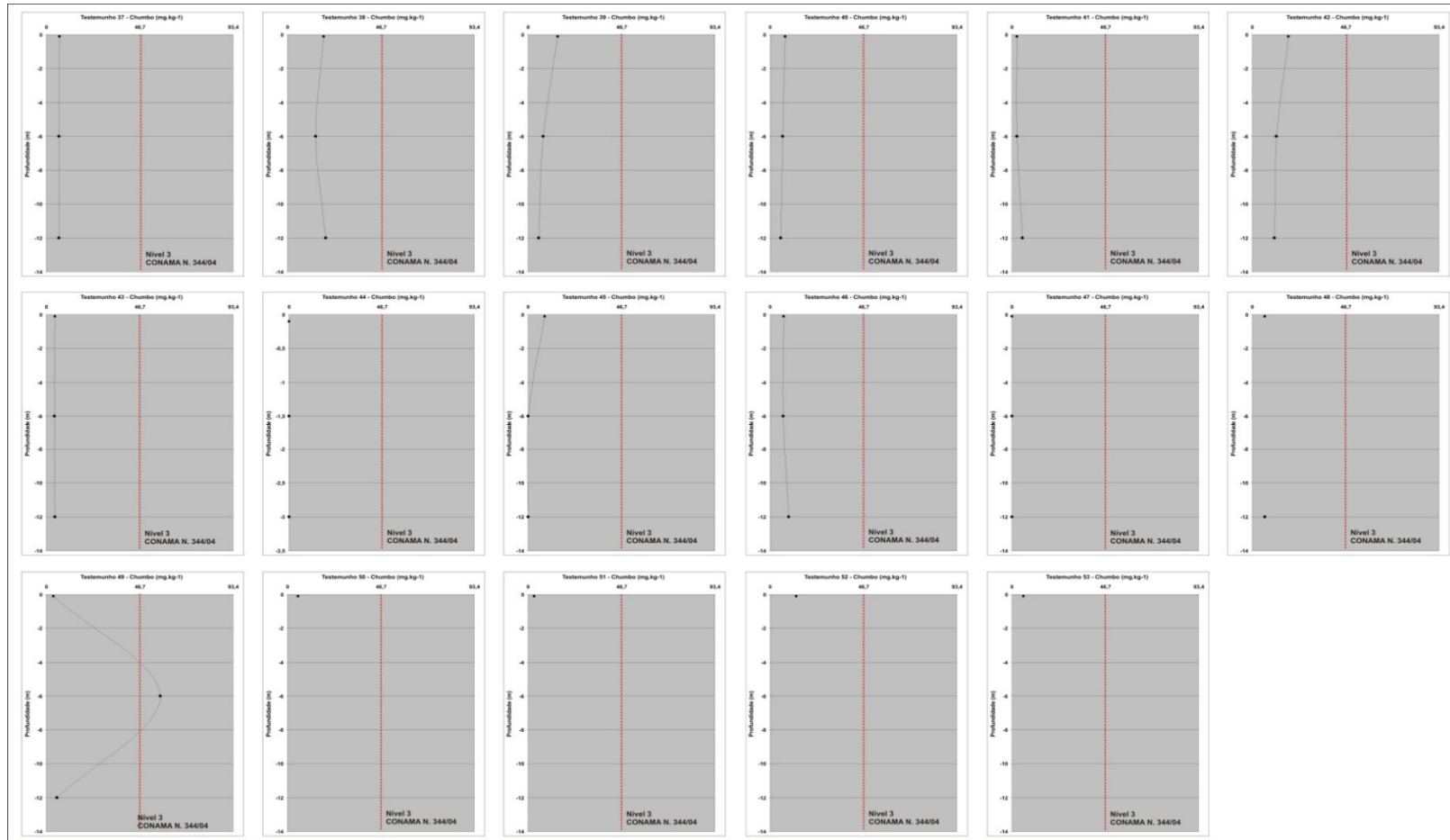




**Figura 5.1-260 - Variação vertical do Chumbo (mg kg-1) nas amostras analisadas. O nível 3 de contaminação estabelecido pela Resolução do CONAMA N. 344/04 é de 46,4 mg kg-1, indicado pela linha vermelha.**

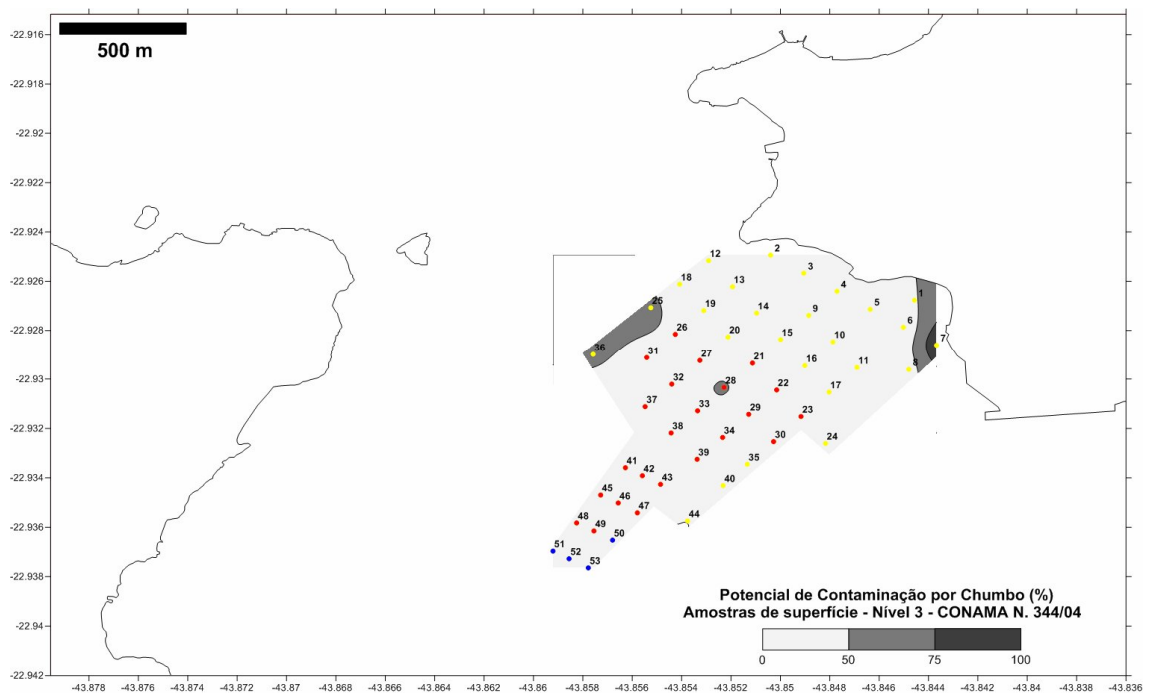


**Figura 5.1-261 - Variação vertical do Chumbo (mg kg<sup>-1</sup>) nas amostras analisadas. O nível 3 de contaminação estabelecido pela Resolução do CONAMA N. 344/04 é de 46,4 mg kg<sup>-1</sup>, indicado pela linha vermelha.**



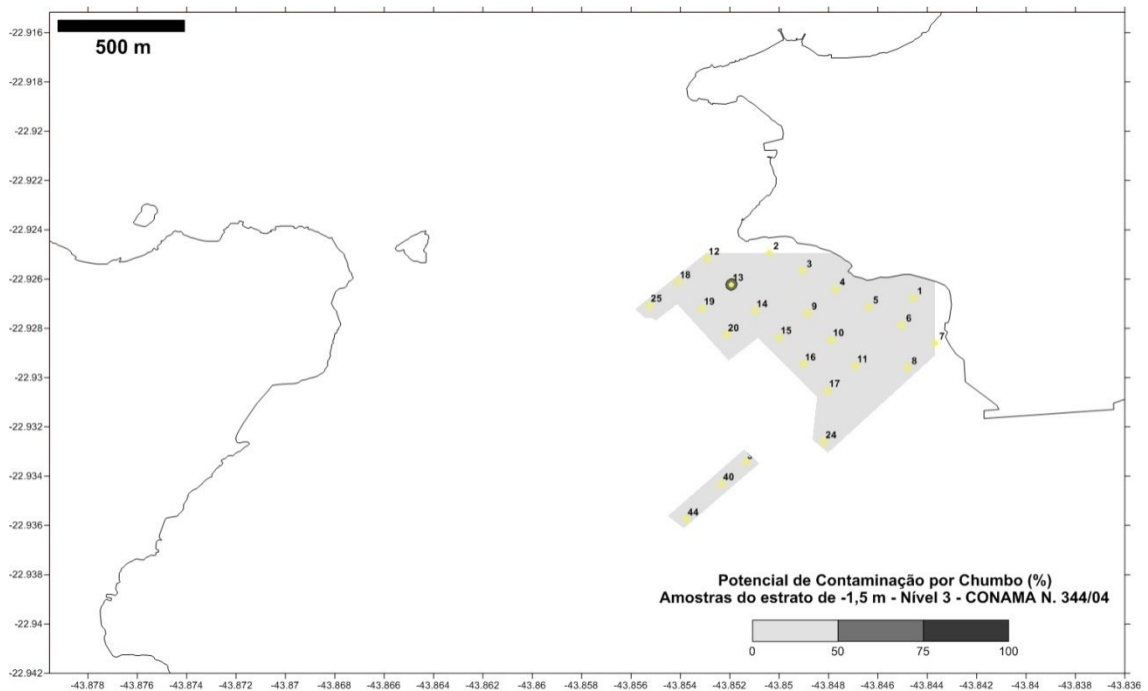
**Figura 5.1-262 - Variação vertical do Chumbo (mg kg-1) nas amostras analisadas. O nível 3 de contaminação estabelecido pela Resolução do CONAMA N. 344/04 é de 46,4 mg kg-1, indicado pela linha vermelha.**

A Figura 5.1-263 apresenta o mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Chumbo (Pb) nas amostras situadas na superfície (-0,10 m), coletadas na área do empreendimento. Contaminação acentuada e pontual no testemunho 7 (Alto Potencial de Contaminação) e nos testemunhos 15, 28 e 36 (Moderado Potencial de Contaminação). As demais amostras dos testemunhos, deste nível se apresentaram com Baixo Potencial de Contaminação.



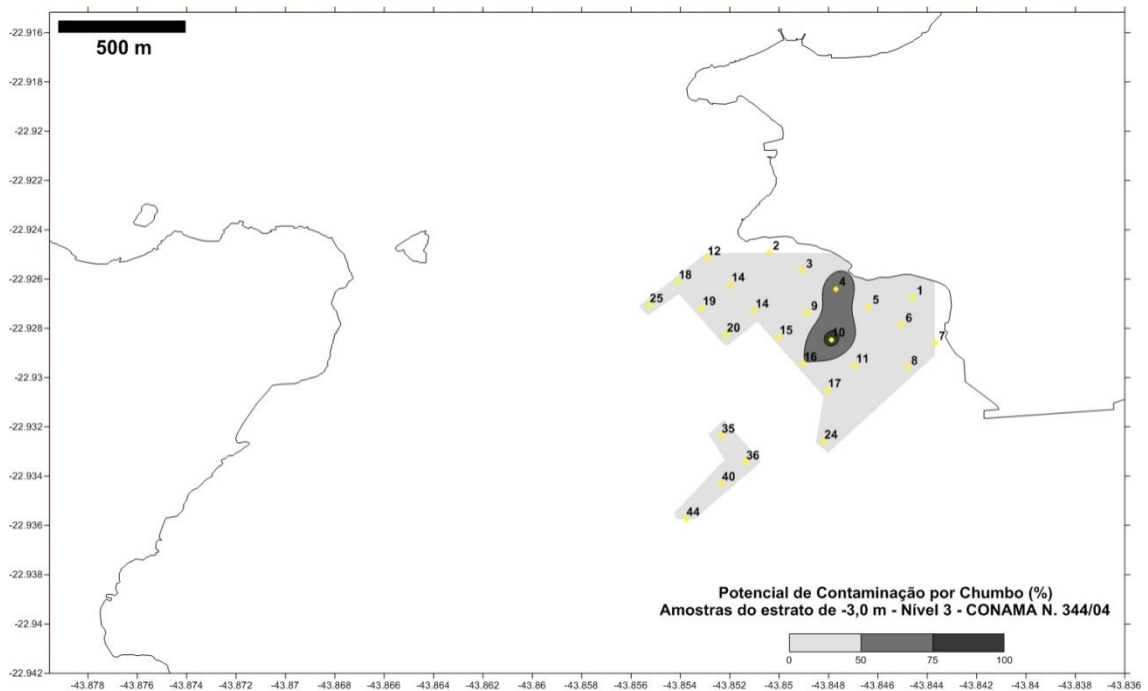
**Figura 5.1-263 - Mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Chumbo (Pb) nas amostras superficiais coletadas na área do empreendimento. Área do testemunho 7 com Alto Potencial de Contaminação e os testemunhos 25, 28 e 36 com Moderado Potencial de Contaminação.**

A Figura 5.1-264 mostra a distribuição dos Potenciais de contaminação por Chumbo no estrato de 1,5 metros abaixo da superfície do substrato. Nota-se que os níveis de contaminação estão abaixo do estabelecido pela CONAMA 344. Há somente uma amostra com potencial de contaminação acima de 50% (testemunho 13).



**Figura 5.1-264 - Mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Chumbo (Pb) nas amostras do estrato 1,5 metros abaixo da superfície do substrato na área do empreendimento. Notar potencial de contaminação acima de 50% no testemunho 13.**

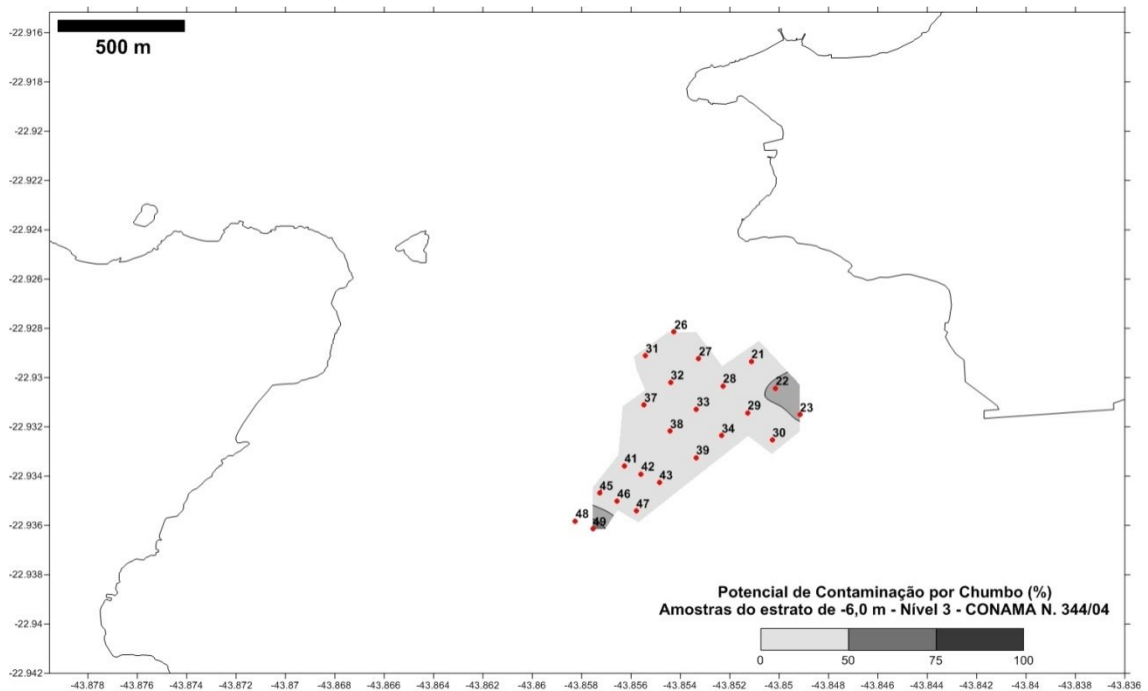
A Figura 5.1-265 apresenta o mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Chumbo (Pb) nas amostras coletadas 3,0 metros abaixo da superfície do substrato, coletadas na área do empreendimento. Contaminação acentuada e pontual no testemunho 10 (Alto Potencial de Contaminação) e testemunho 4 (Moderado Potencial de Contaminação). As demais amostras dos testemunhos, deste nível se apresentaram com Baixo Potencial de Contaminação.



**Figura 5.1-265 - Mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Chumbo (Pb) nas amostras coletadas a 3,0 metros abaixo do substrato. Testemunho 10 com Alto Potencial de Contaminação**

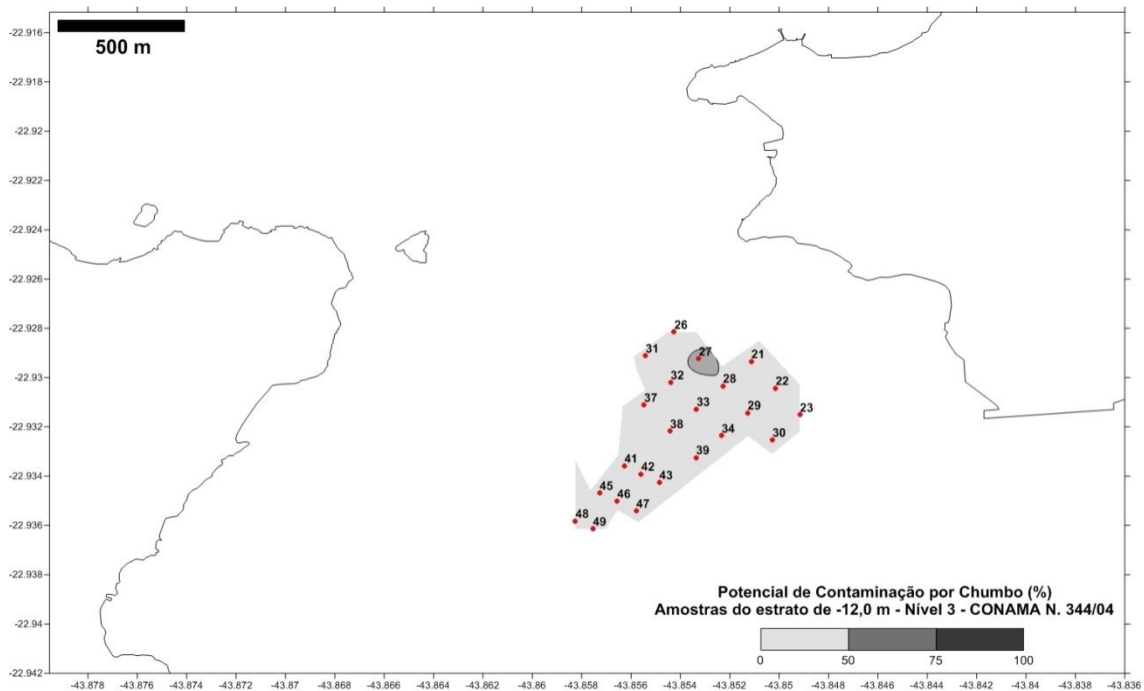
A Figura 5.1-266 apresenta o mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Chumbo (Pb) nas amostras situadas no estrato intermediário, coletadas na área do empreendimento. Contaminação pontual nos testemunhos 22, 23 e 49 c (Moderado Potencial de Contaminação). As demais amostras dos testemunhos, deste nível se apresentaram com Baixo Potencial de Contaminação.





**Figura 5.1-266 - Mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Chumbo (Pb) nas amostras do do estrato intermediário entre a superfície a a cota real de -12 metros. Os que os potenciais de contaminação são moderados, mas não há contaminação por chumbo neste estrato.**

A Figura 5.1-267 apresenta o mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Chumbo (Pb) nas amostras situadas no estrato de -12,0 m, coletadas na área do empreendimento. Contaminação pontual no testemunho 27 (Moderado Potencial de Contaminação). As demais amostras dos testemunhos, deste nível se apresentaram com Baixo Potencial de Contaminação.

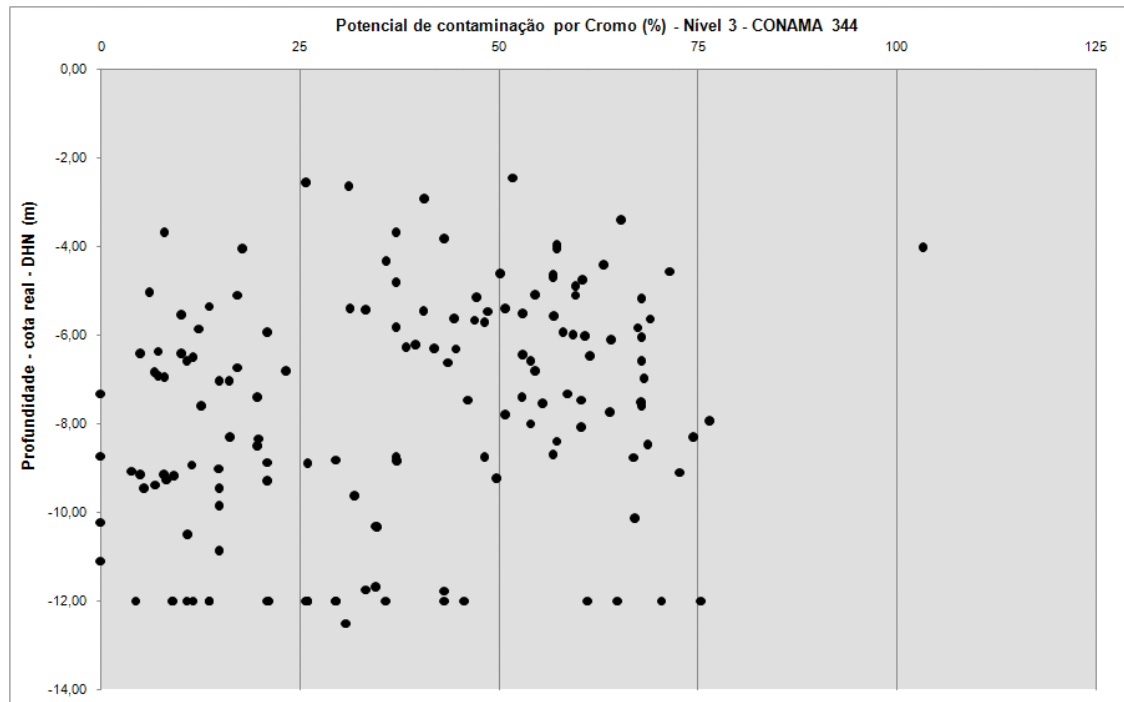


**Figura 5.1-267 - Mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Chumbo (Pb) nas amostras do estrato -12,0 m na área do empreendimento. Os potenciais de contaminação são baixos, exceto para o testemunho 27.**

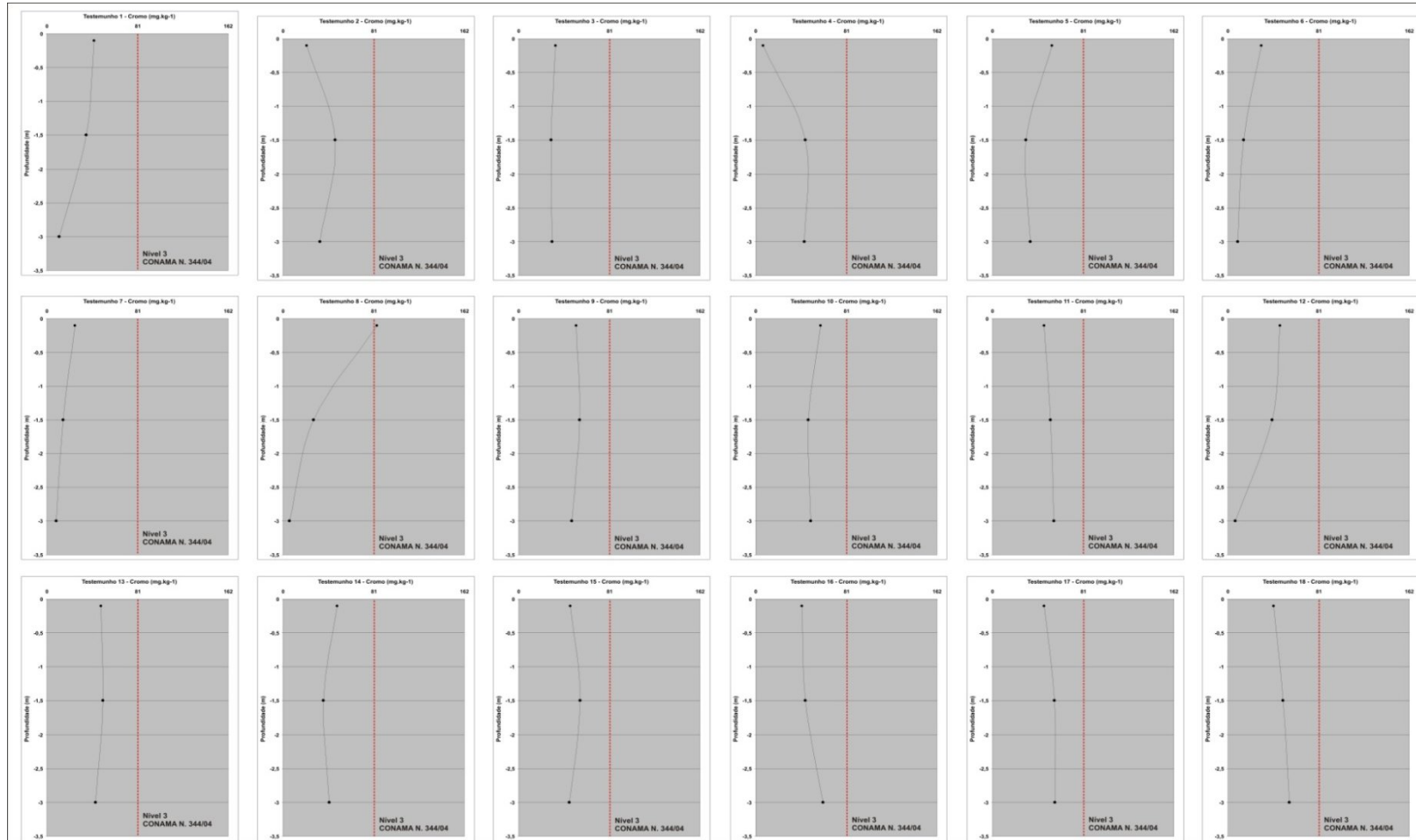
#### 5.1.8.2.5.3.5 Cromo (Cr)

Praticamente todas as amostras mostraram concentrações de Cromo abaixo do nível 3, da Resolução do CONAMA N. 344/04, caracterizando um quadro com Baixo Potencial de Contaminação por Cr. No testemunho 8 (superfície), a amostra mostrou concentração acima do permitido, caracterizando-a como Contaminada. Além disso, há um grande número de amostras superficiais com concentrações que são apenas 20% menores que o limite definido na Resolução do CONAMA N. 344/04. Trata-se de amostras com Alto Potencial de Contaminação. De tal modo, deverá haver prudência e atenção na manipulação destes sedimentos, potencialmente poluídos. Nos estratos mais profundos a contaminação é menor do que nos estratos mais superficiais, com a ocorrência de um número menor de amostras com potencial de contaminação elevado (Figura 5.1-268).

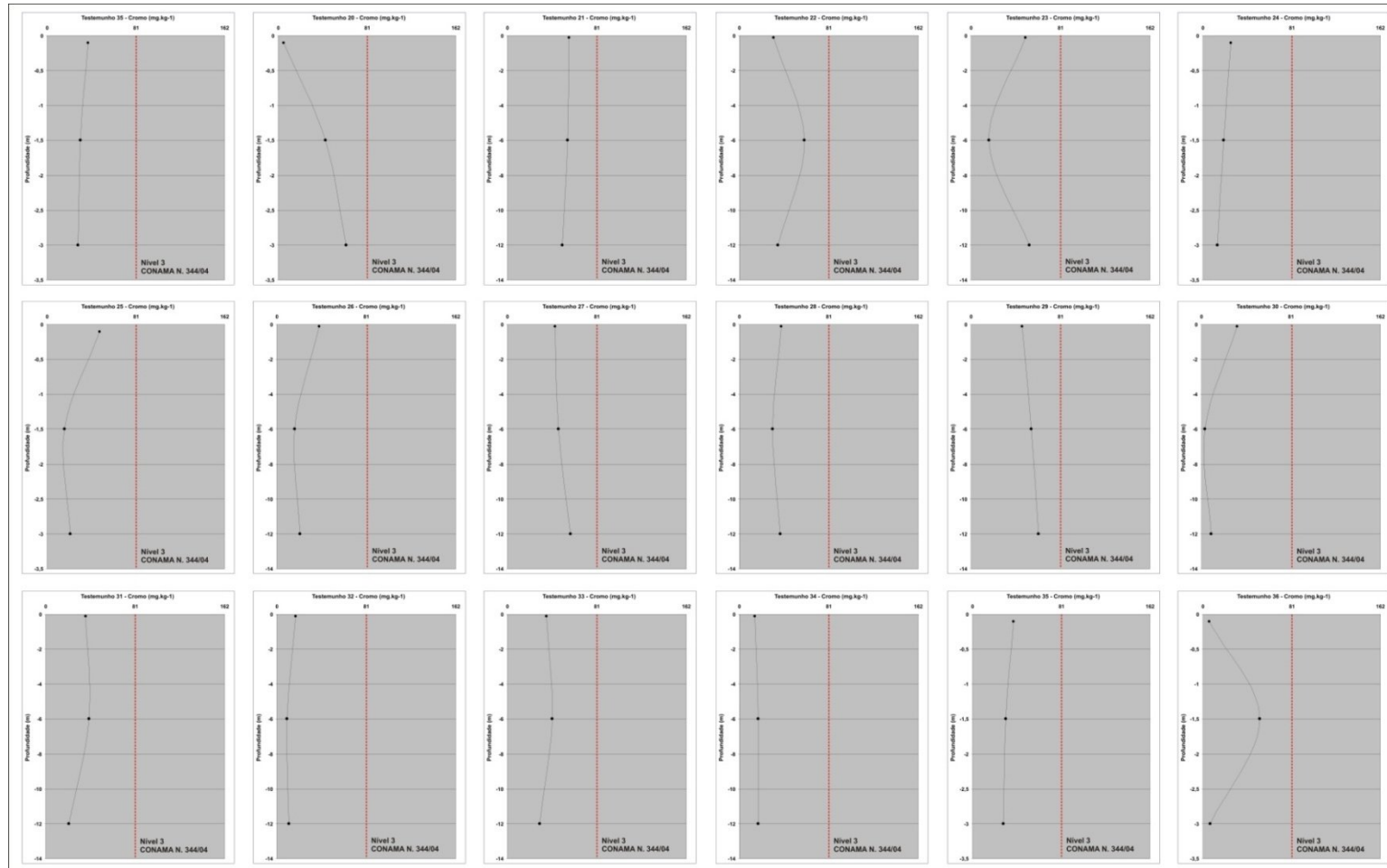
A Figura 5.1-269, Figura 5.1-270 e Figura 5.1-271 mostram a variação vertical do cromo.



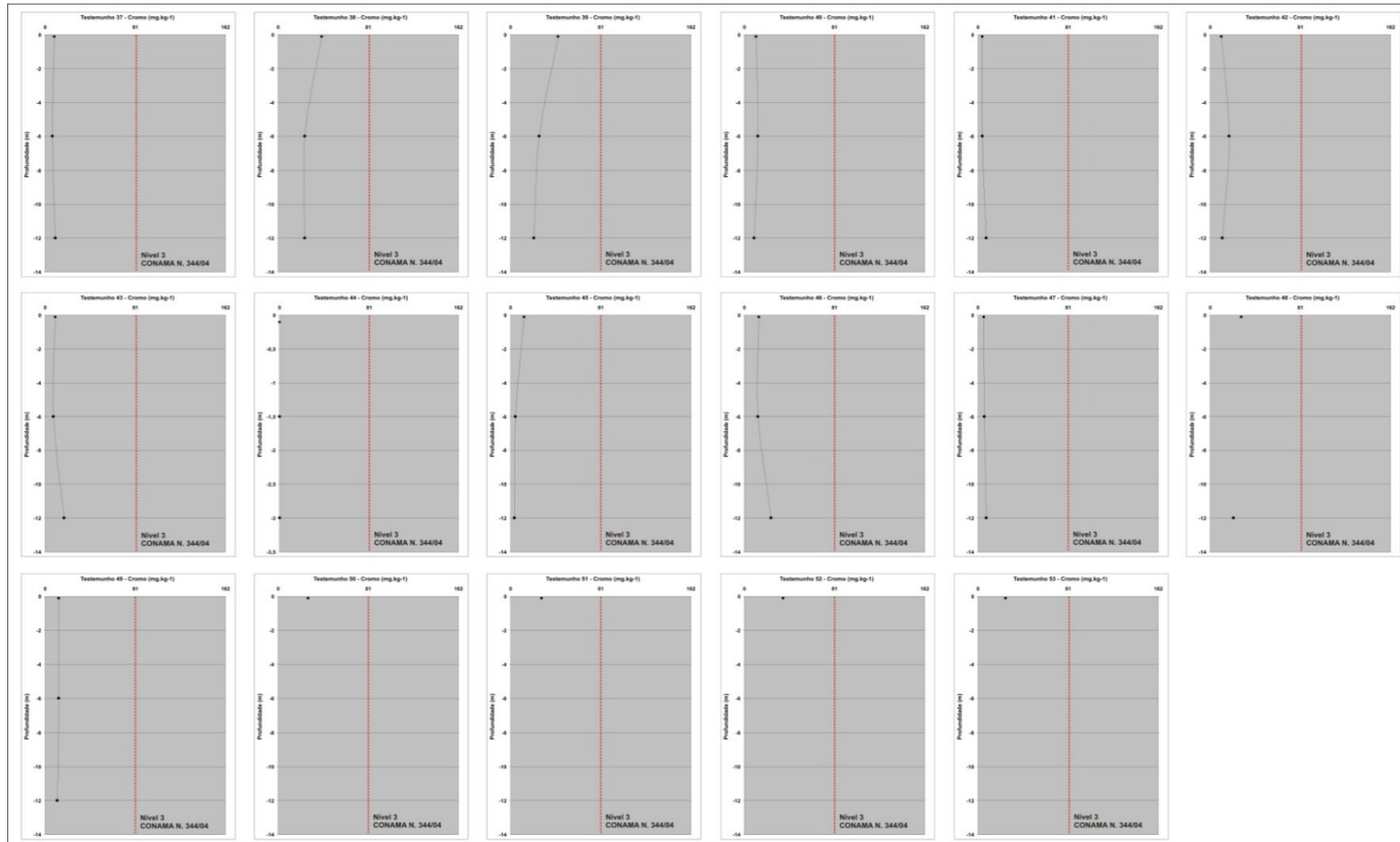
**Figura 5.1-268 – Potencial de contaminação por Cromo (Cr) de todas as amostras plotadas com sua cota real de profundidade. O grande número de amostras com níveis de contaminação de até 75% (Moderado Potencial de Contaminação), demonstra certa estabilidade nas concentrações de Cr nas amostras analisadas.**



**Figura 5.1-269 - Variação vertical do Cromo (mg kg<sup>-1</sup>) nas amostras analisadas. O nível 3 de contaminação estabelecido pela Resolução do CONAMA N. 344/04 é de 81,0 mg kg<sup>-1</sup>, indicado pela linha vermelha.**



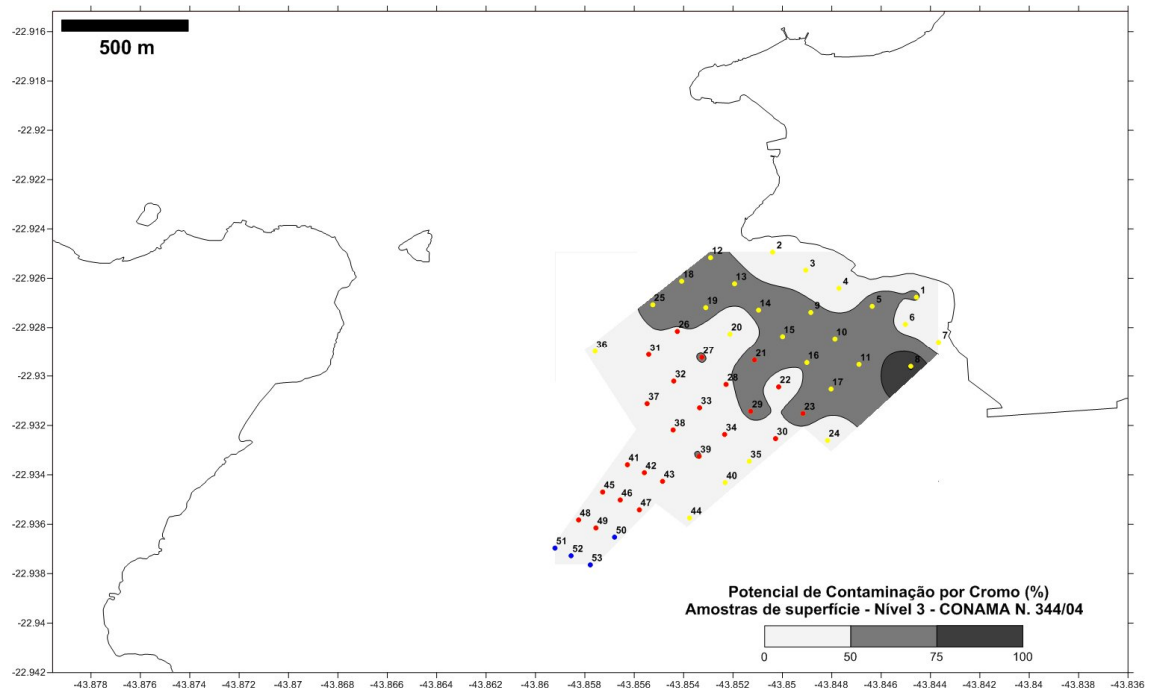
**Figura 5.1-270 - Variação vertical do Cromo (mg kg<sup>-1</sup>) nas amostras analisadas. O nível 3 de contaminação estabelecido pela Resolução do CONAMA N. 344/04 é de 81,0 mg kg<sup>-1</sup>, indicado pela linha vermelha.**



**Figura 5.1-271 - Variação vertical do Cromo (mg kg<sup>-1</sup>) nas amostras analisadas. O nível 3 de contaminação estabelecido pela Resolução do CONAMA N. 344/04 é de 81,0 mg kg<sup>-1</sup>, indicado pela linha vermelha.**

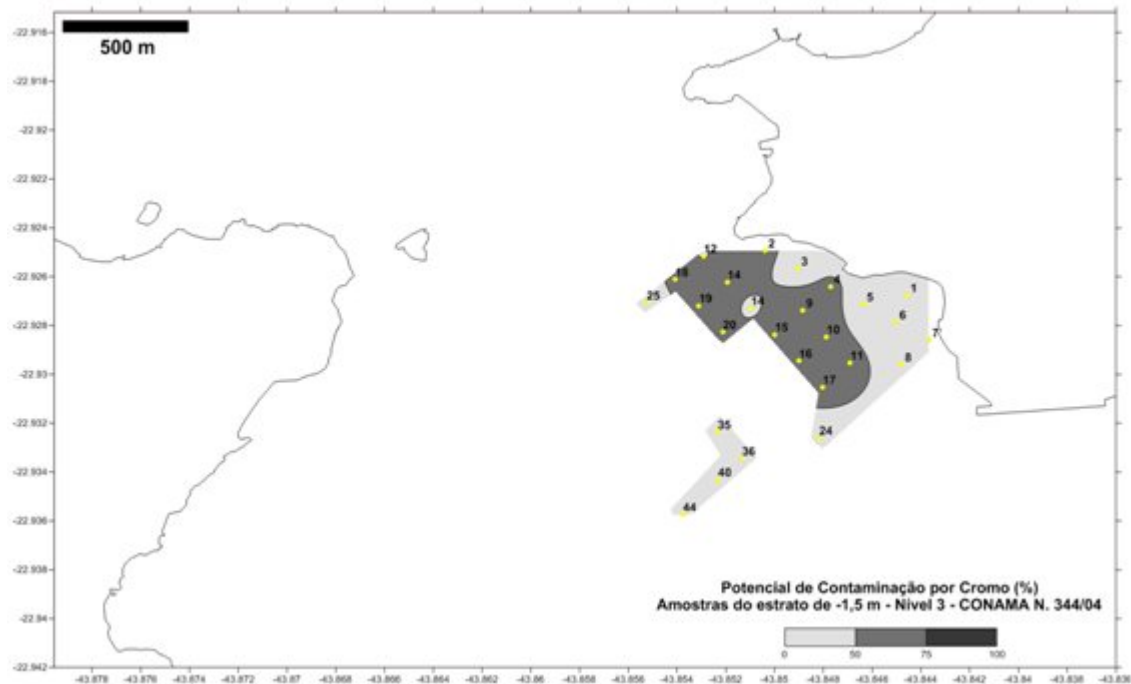


A Figura 5.1-272 apresenta o mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Cromo (Cr) nas amostras situadas na superfície do substrato. Contaminação acentuada e pontual no testemunho 8 (Alto Potencial de Contaminação). Grande número de testemunhos com Moderado Potencial de Contaminação). As demais amostras deste nível estão com Baixo Potencial de Contaminação.



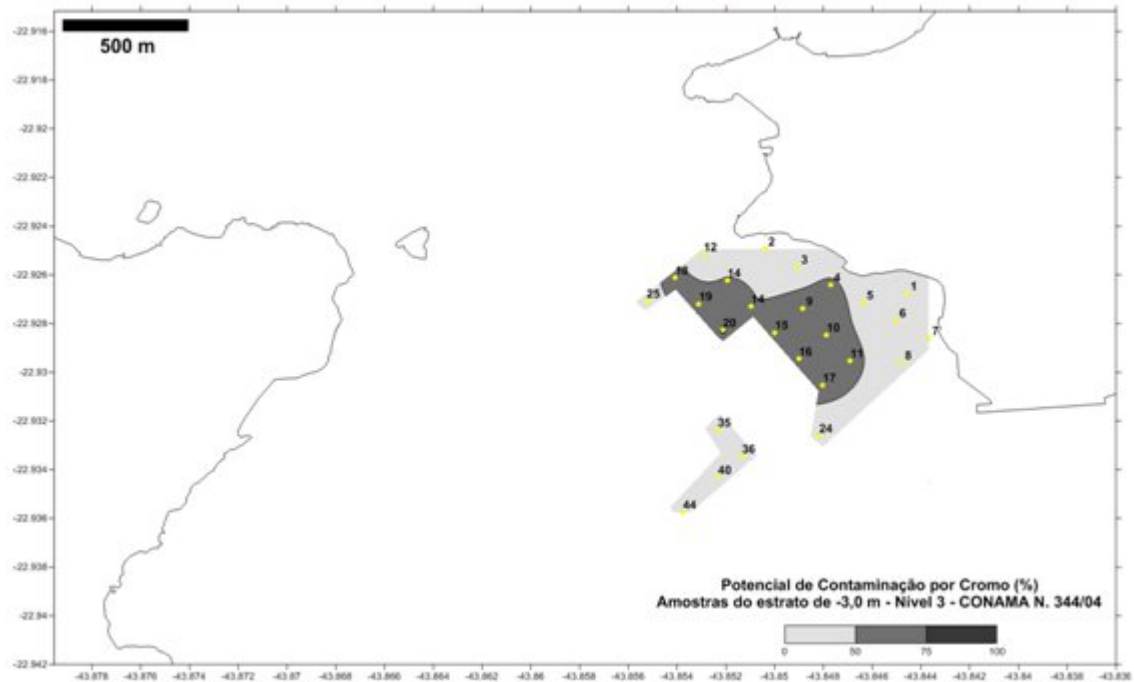
**Figura 5.1-272 - Mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Cromo (Cr) nas amostras superficiais coletadas na área do empreendimento. Área do testemunho 8 com Alto Potencial de Contaminação e muitos testemunhos com Moderado Potencial de Contaminação.**

A Figura 5.1-273 apresenta o mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Cromo (Cr) nas amostras situadas no estrato de 1,5 metros abaixo do substrato.. Contaminação pontual em aproximadamente 50% dos testemunhos (Moderado Potencial de Contaminação). As demais amostras dos testemunhos, deste nível se apresentaram com Baixo Potencial de Contaminação.



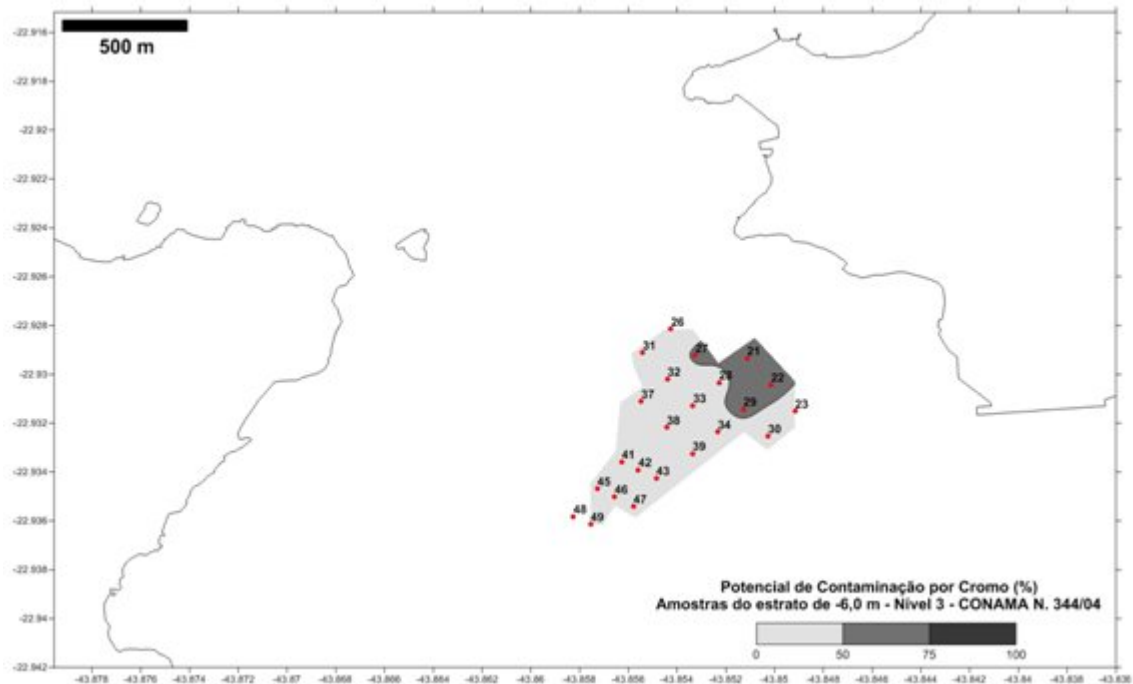
**Figura 5.1-273 - Mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Cromo (Cr) nas amostras do estrato a 1,5 metros abaixo da superfície do substrato. Grande parte dos testemunhos com Moderado Potencial de Contaminação.**

A Figura 5.1-274 apresenta o mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Cromo (Cr) nas amostras situadas no estrato de 3,0 metros abaixo do substrato, coletadas na área do empreendimento. Contaminação Moderada em aproximadamente 45% dos testemunhos e Baixa nos restantes das amostras.



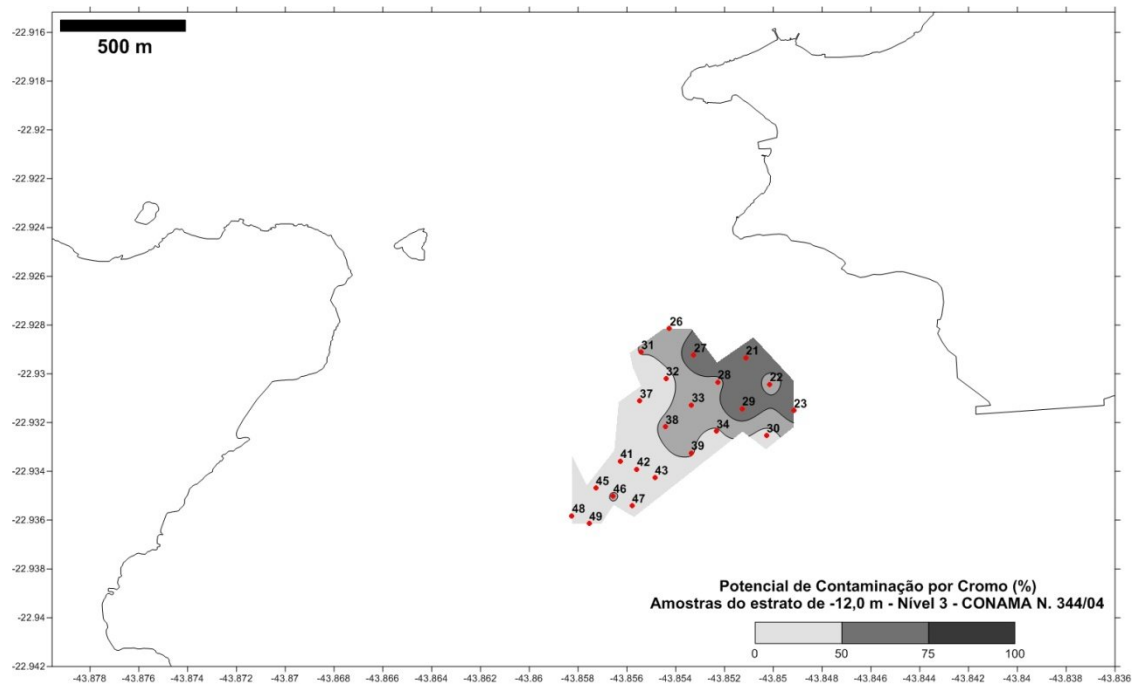
**Figura 5.1-274 - Mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Cromo (Cr) nas amostras do estrato a 3,0 metros abaixo da superfície do substrato. Grande parte dos testemunhos com Baixo Potencial de Contaminação.**

A Figura 5.1-275 apresenta o mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Cromo (Cr) nas amostras situadas no estrato entre a cota real de – 12 metros e a superfície do substrato. Contaminação acentuada e pontual nos testemunhos 21, 22, 27 e 29 (Moderado Potencial de Contaminação). As demais amostras dos testemunhos, deste nível se apresentaram com Baixo Potencial de Contaminação.



**Figura 5.1-275 - Mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Cromo (Cr) nas amostras do estrato entre a cota real de – 12 metros e a superfície do substrato. Grande parte dos testemunhos possuem Baixo Potencial de Contaminação.**

A Figura 5.1-276 apresenta o mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Cromo (Cr) nas amostras situadas no estrato de -12,0 metros. Contaminação acentuada e pontual no testemunho 43 (Alto Potencial de Contaminação). As demais amostras dos testemunhos, deste nível se apresentaram com Baixo Potencial de Contaminação.

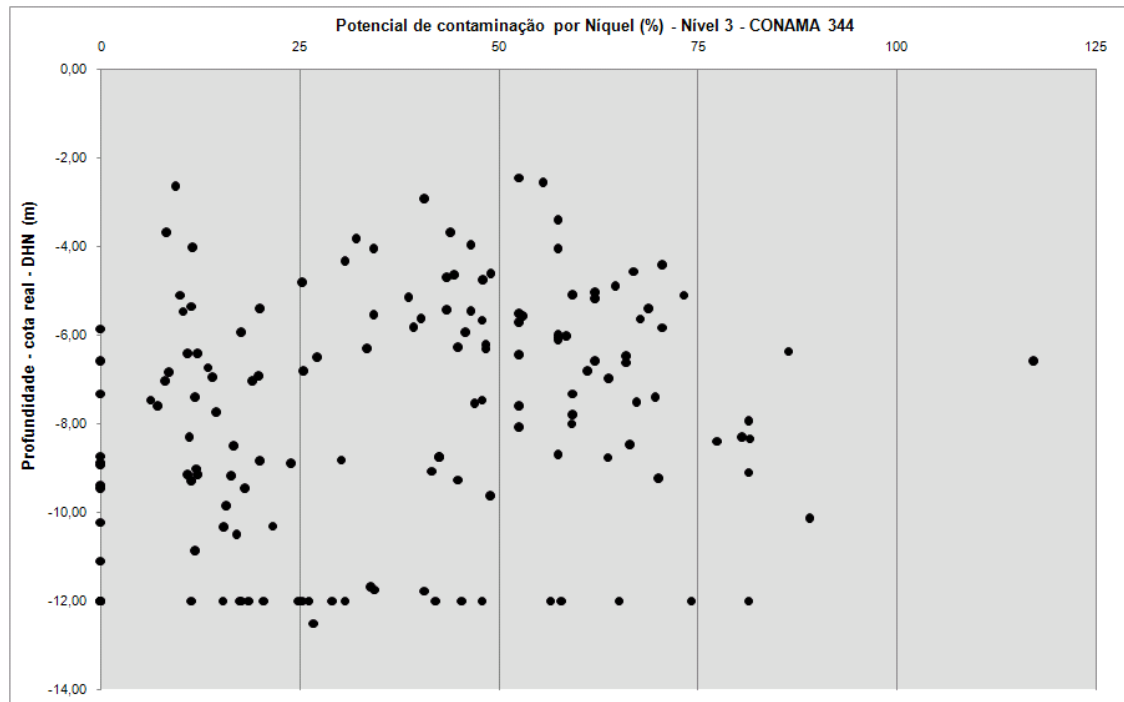


**Figura 5.1-276 - Mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Cromo (Cr) nas amostras do estrato de cota real de -12,0 metros (DHN). Grande parte dos testemunhos com Baixo Potencial de Contaminação.**

#### 5.1.8.2.5.3.6 Níquel (Ni)

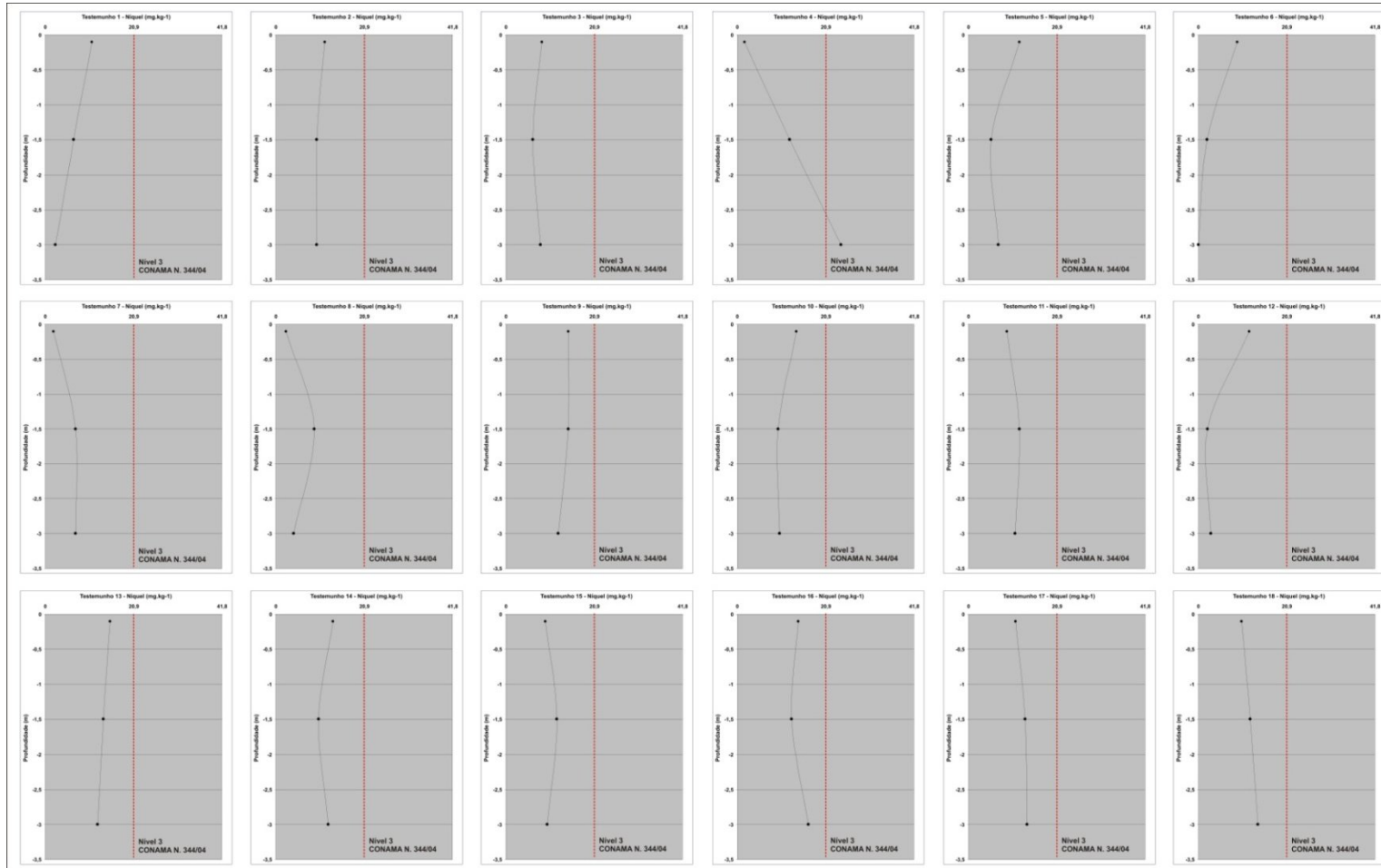
Assim como o Cromo, as concentrações de Níquel não se apresentaram acima do estabelecido pela Resolução do CONAMA N. 344/04. No entanto, mais de 90% das amostras possuem concentrações apenas 25% menores, que o nível 3 de contaminação de ambientes de água salina/salobra, caracterizando-as como amostras de Alto Potencial de Contaminação. Apenas uma amostra coletada no ponto 04, a 3,0 metros abaixo da superfície do substrato ultrapassou o nível de contaminação aceito. De uma maneira geral, a contaminação por Níquel apresenta no testemunho 36 Alto Potencial de Contaminação. No restante das amostras a média é baixa, com Moderado e Baixo Potencial de Contaminação (Figura 5.1-277).

A Figura 5.1-278, Figura 5.1-279 e Figura 5.1-280 mostram a variação vertical do níquel.

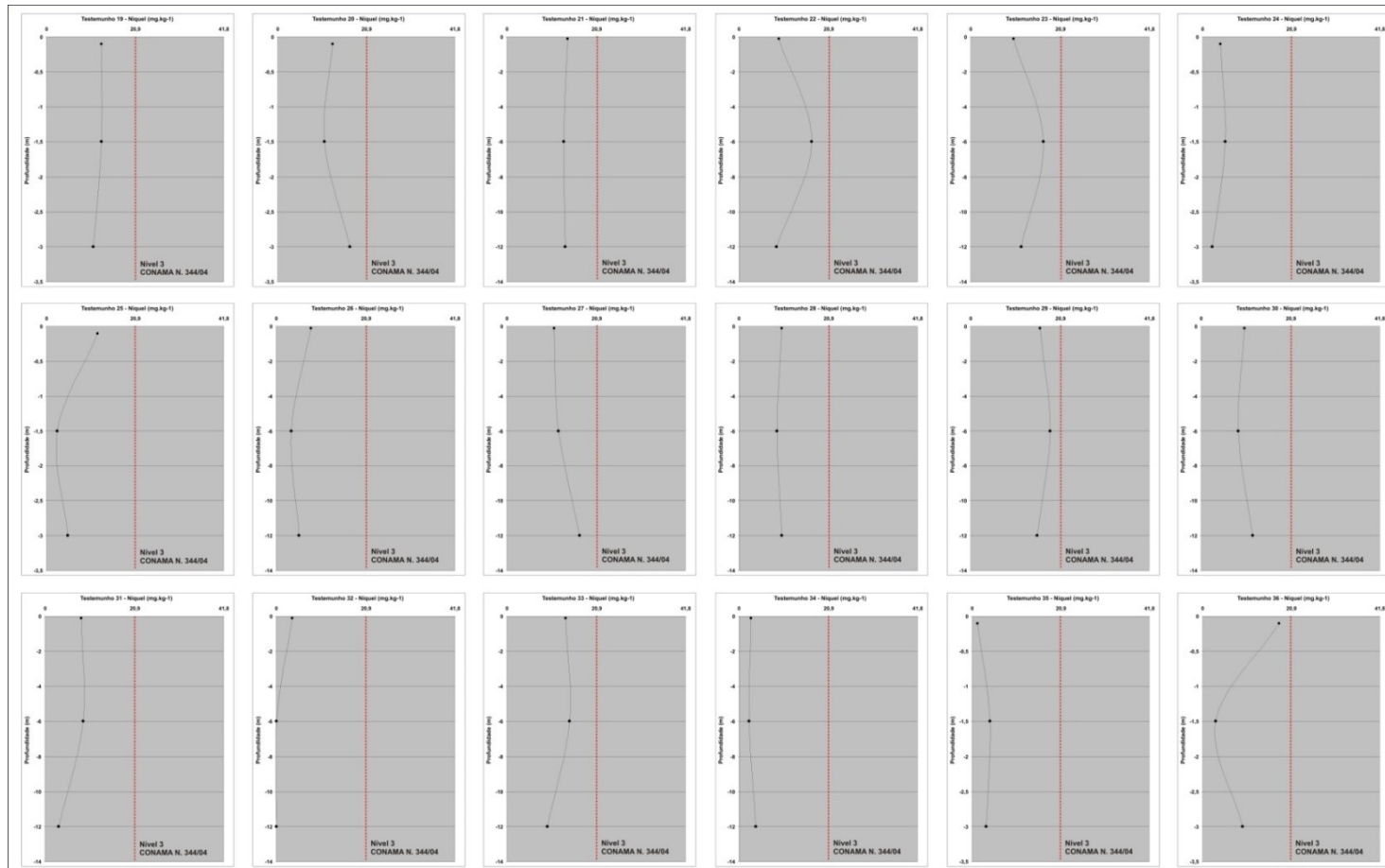


**Figura 5.1-277 - Nível de contaminação por Níquel (Ni) de todas as amostras analisadas, plotadas com sua cota real de profundidade. De uma maneira geral, há certa estabilidade nos níveis de contaminação por Ni nas amostras analisadas, com apenas uma amostra com nível de contaminação acima do aceito.**

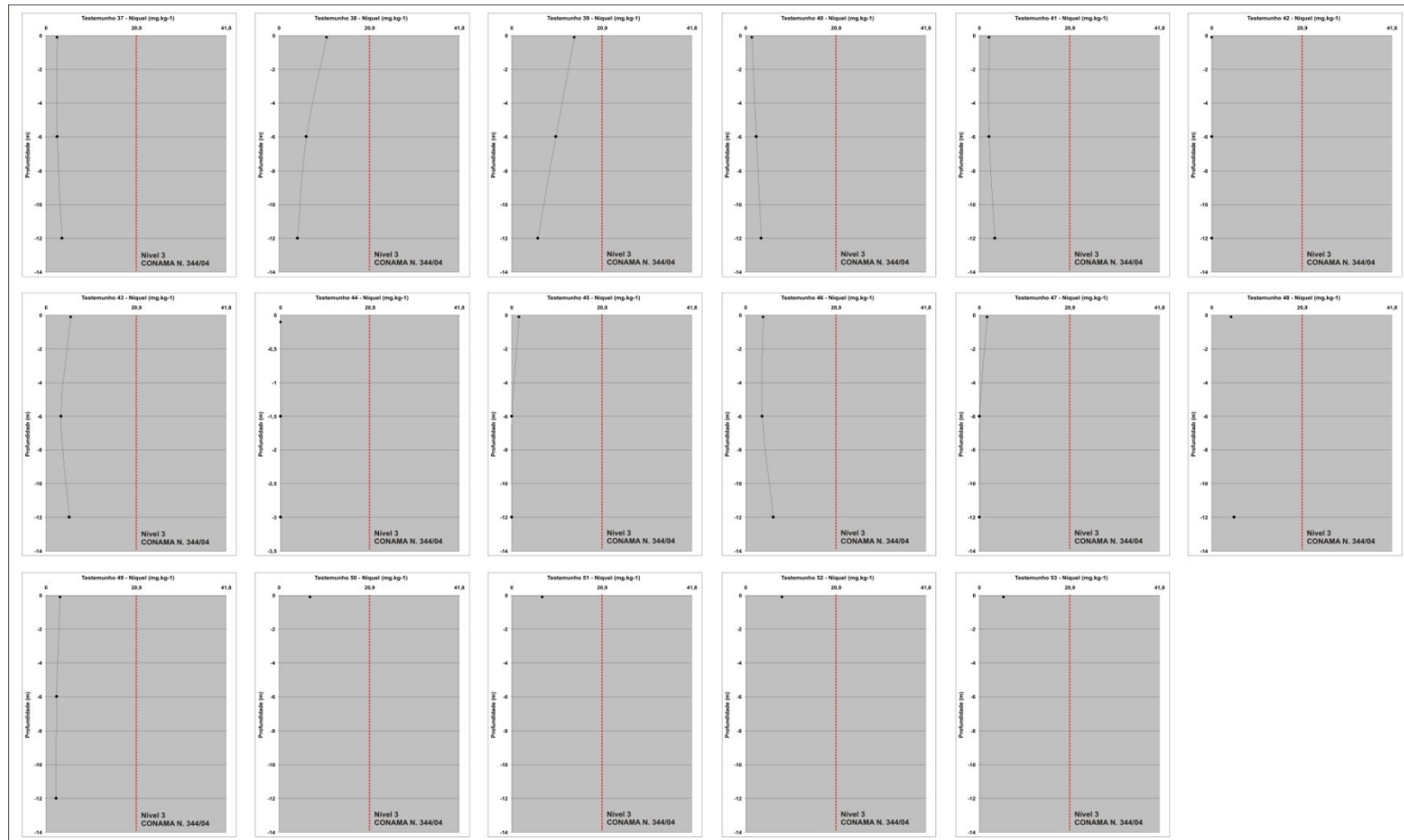




**Figura 5.1-278 - Variação vertical do Níquel (mg kg<sup>-1</sup>) nas amostras analisadas. O nível 3 de contaminação estabelecido pela Resolução do CONAMA N. 344/04 é de 20,9 mg kg<sup>-1</sup>, indicado pela linha vermelha**

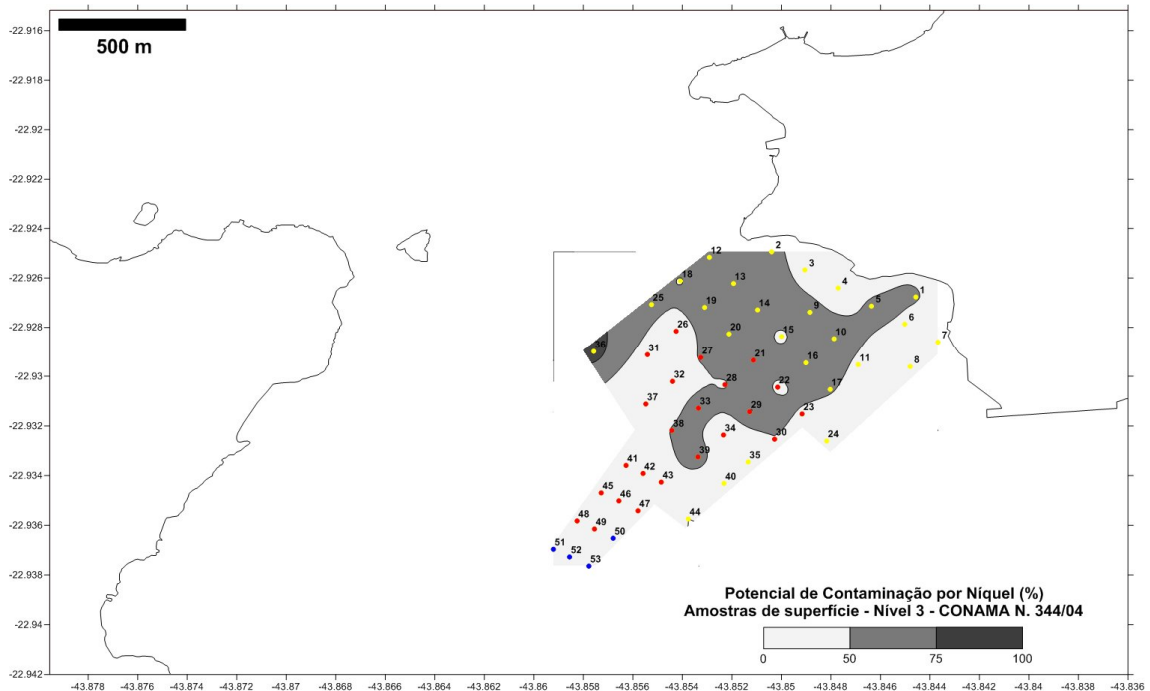


**Figura 5.1-279 - Variação vertical do Níquel (mg kg-1) nas amostras analisadas. O nível 3 de contaminação estabelecido pela Resolução do CONAMA N. 344/04 é de 20,9 mg kg-1, indicado pela linha vermelha**



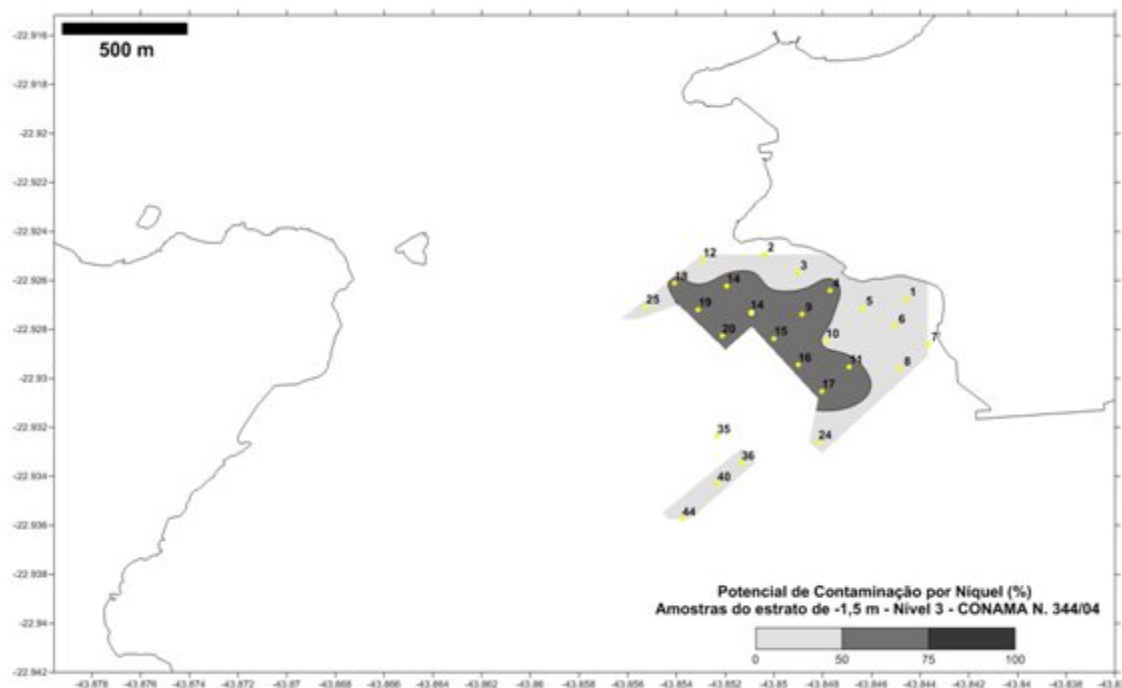
**Figura 5.1-280 - Variação vertical do Níquel (mg kg<sup>-1</sup>) nas amostras analisadas. O nível 3 de contaminação estabelecido pela Resolução do CONAMA N. 344/04 é de 20,9 mg kg<sup>-1</sup>, indicado pela linha vermelha.**

A Figura 5.1-281 apresenta o mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Níquel (Ni) nas amostras situadas na superfície. Contaminação acentuada e pontual no testemunho 36 (Alto Potencial de Contaminação). Há um grande número de amostras com Moderado Potencial e Contaminação. As demais amostras dos testemunhos, deste nível se apresentaram com Baixo Potencial de Contaminação.



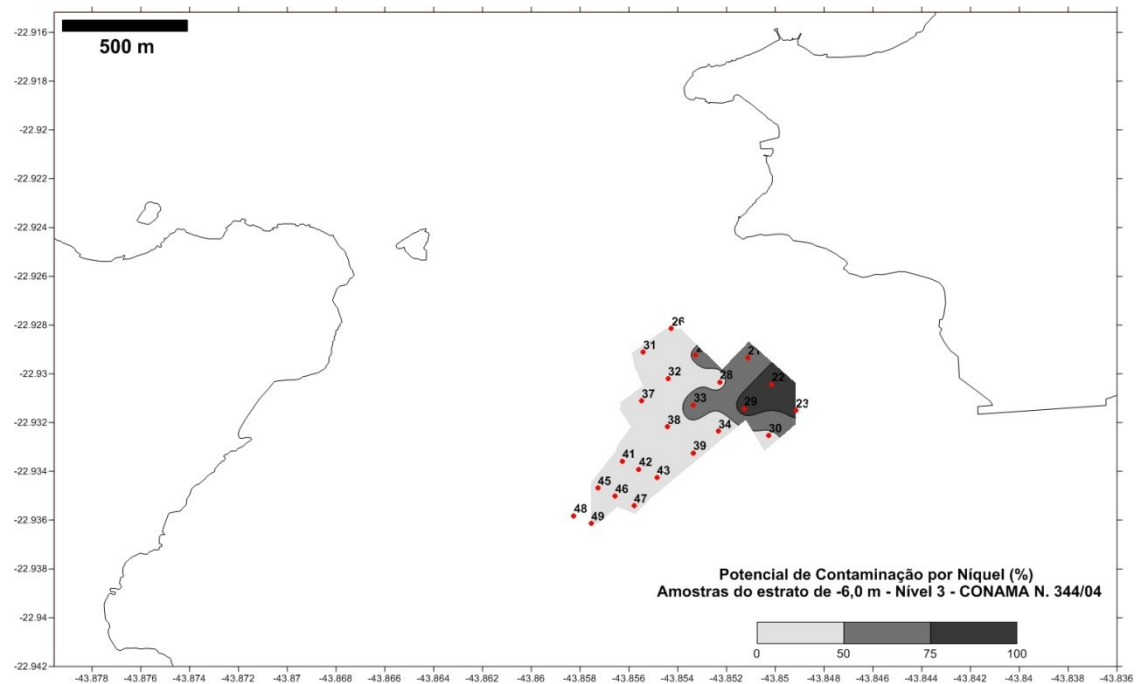
**Figura 5.1-281 - Mapa de distribuição dos níveis de contaminação por Níquel (Ni) nas amostras superficiais coletadas na área diretamente afetada. Na área (cinza escuro), ocorrem sedimentos com níveis de contaminação de 75% a 100% (Alto Potencial de Contaminação), ainda menores do que o permitido pela Resolução do CONAMA N. 344/04, exceto para uma amostra do testemunho 36 (Contaminada).**

A Figura 5.1-282 apresenta o mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Níquel (Ni) nas amostras situadas no estrato de 1,5 metros abaixo da superfície do substrato. Contaminação Baixa a Moderada, com um grande número de testemunhos com Moderado Potencial de Contaminação.



**Figura 5.1-282 - Mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Níquel (Ni) nas amostras do estrato -1,5 metro abaixo da superfície do substrato. Grande parte dos testemunhos com Moderado Potencial de Contaminação.**

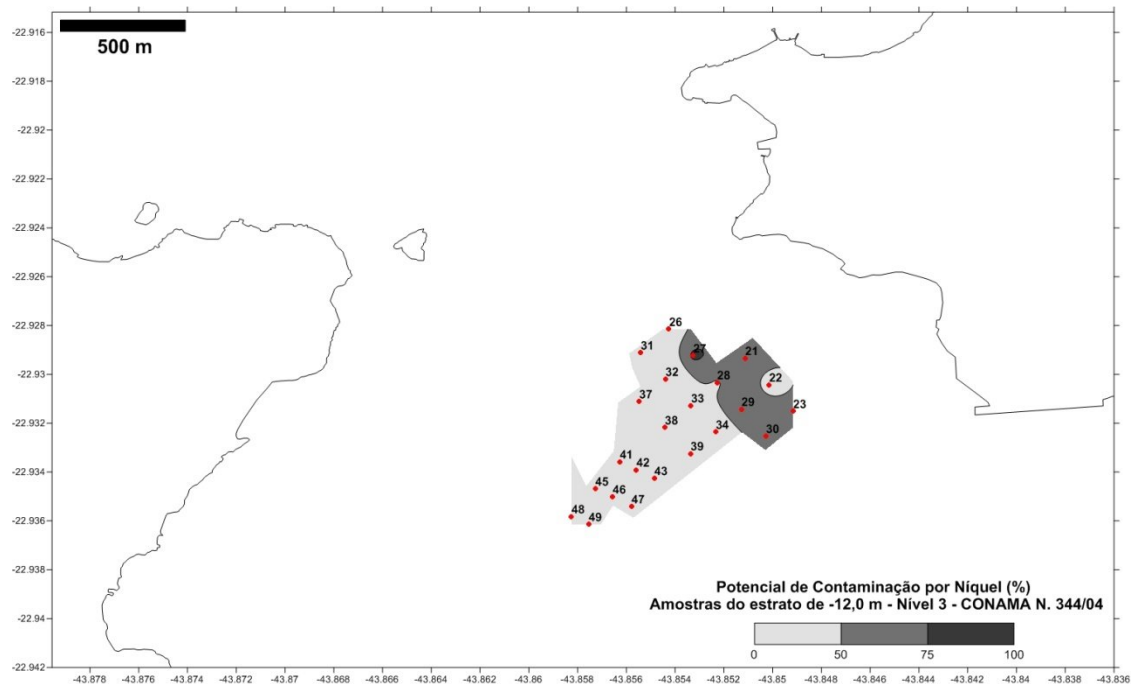
A Figura 5.1-283 apresenta o mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Níquel (Ni) nas amostras situadas no estrato de 3 metros abaixo da superfície do substrato. Contaminação acentuada nos testemunhos 22, 23 e 29 (Contaminadas). Para os testemunhos 21, 27 e 33 (Alto Potencial de Contaminação) e para os testemunhos As demais amostras dos testemunhos, deste nível se apresentaram com Baixo Potencial de Contaminação.



**Figura 5.1-283 - Mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Níquel (Ni) nas amostras do estrato entre a superfície do substrato e a cota real de -12 metros. As tonalidades de cinza mostram a distribuição espacial das amostras deste horizonte, onde a maioria das amostras apresentou baixo potencial de contaminação, com exceção do setor noroeste, onde se observaram amostras com potencial de contaminação de Moderado a Alto.**

A Figura 5.1-284 apresenta o mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Níquel (Ni) nas amostras situadas no estrato de cota real de -12,0 metros. Contaminação acentuada e pontual no testemunho 23 (Alto Potencial de Contaminação). As demais amostras dos testemunhos, deste nível se apresentaram com Baixo Potencial de Contaminação.





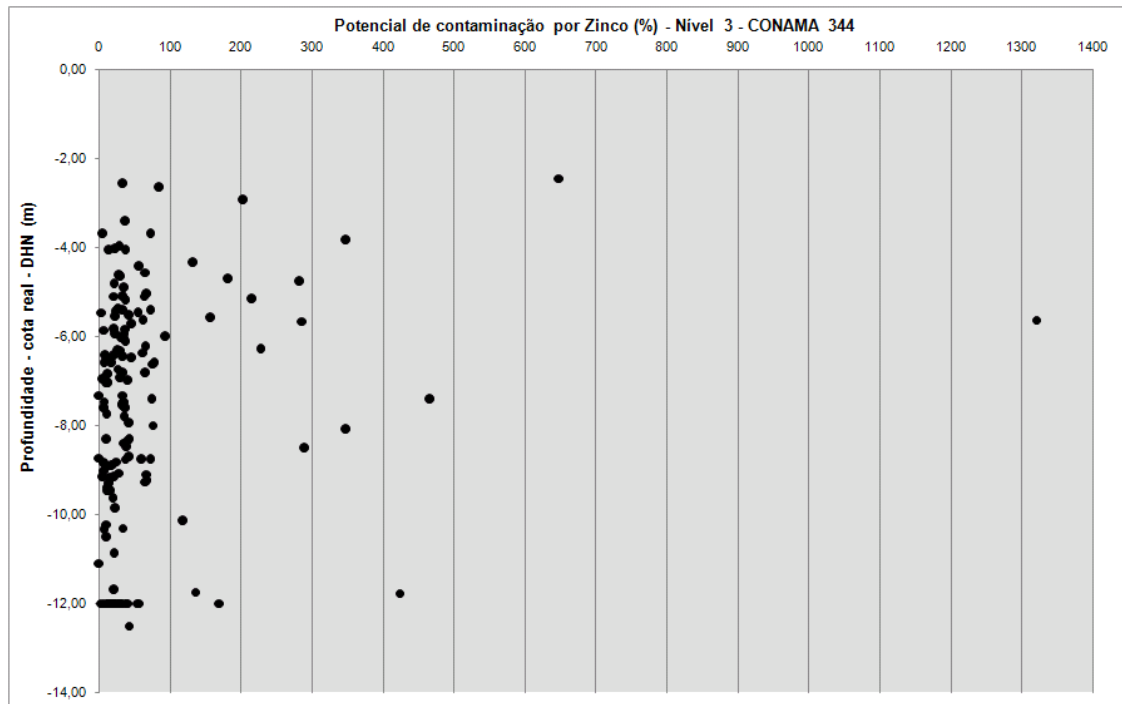
**Figura 5.1-284 - Mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Níquel (Ni) nas amostras do estrato -12,0 m, coletadas na área do empreendimento. Grande parte dos testemunhos com Moderado Potencial de Contaminação.**

#### 5.1.8.2.5.3.7 Zinco (Zn)

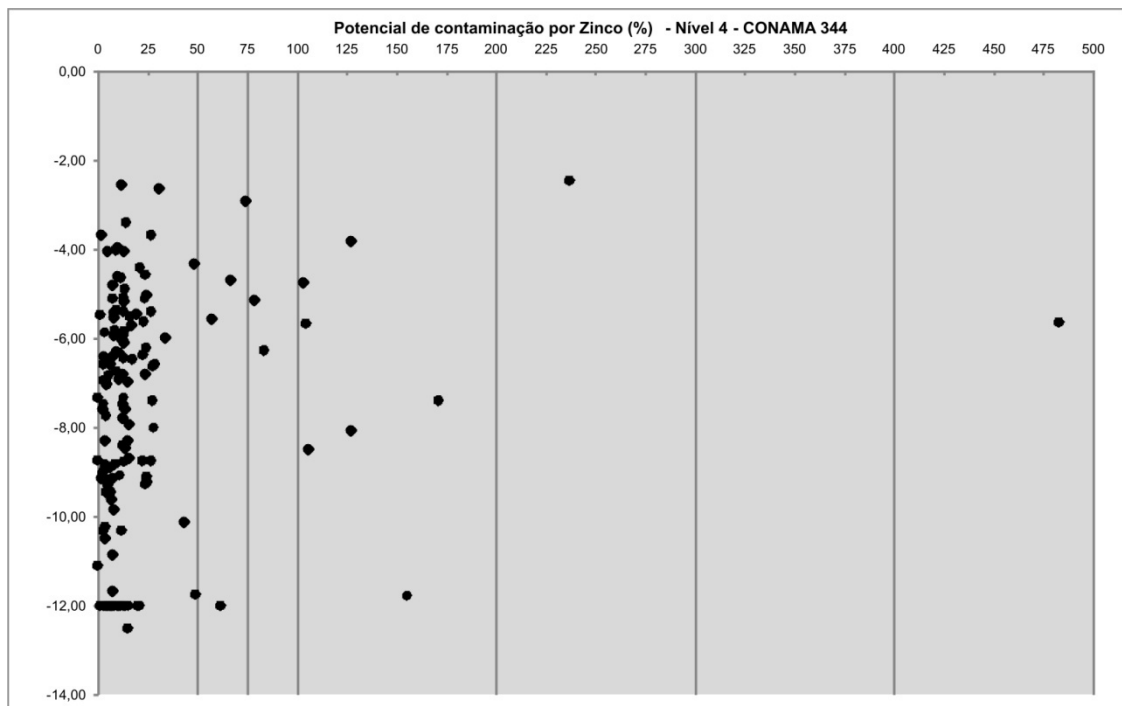
Em relação ao Zinco, 67% das amostras mostraram no nível 3 da Resolução do CONAMA N. 344/04 Baixo Potencial de Contaminação, enquanto 21% estão com Moderado Potencial de Contaminação (Figura 5.1-285). Outros 12% das amostras estão acima do nível 3, com algumas amostras (quatro) apresentando concentrações de Zn acima do nível 4, algumas até seis vezes acima do estipulado pela mencionada Resolução, tratando-se de amostras altamente contaminadas (Figura 5.1-286).

As amostras 1, 21, 28 e 52 ultrapassam os 100% do Potencial de contaminação. De todas as amostras analisadas a que apresentou a concentração mais elevada foi a amostra superficial do ponto 21, com mais de 1300% de potencial de contaminação para o nível 3 e cerca de 500% para o nível 4.

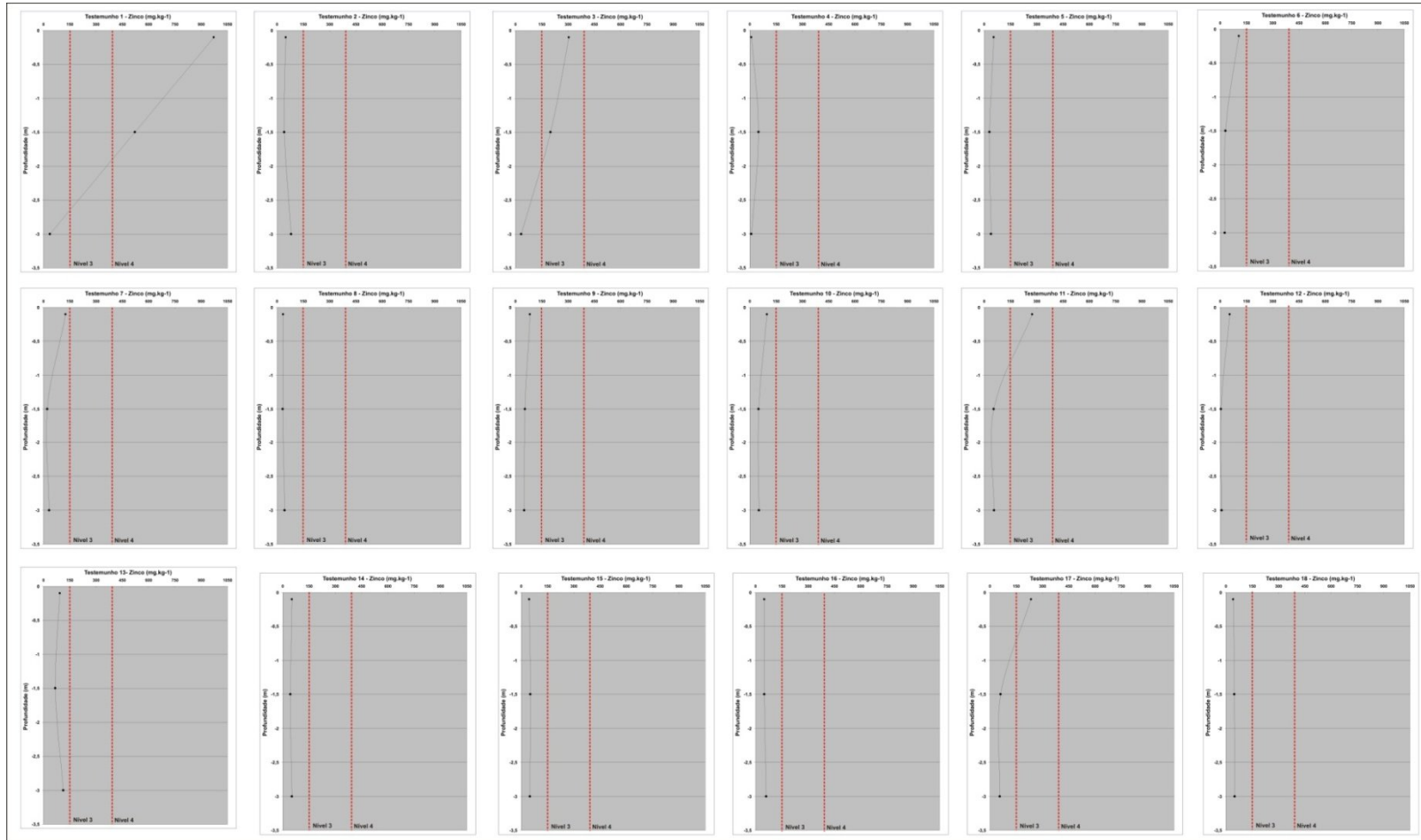
A Figura 5.1-287, Figura 5.1-288 e Figura 5.1-289 mostram a variação vertical do zinco.



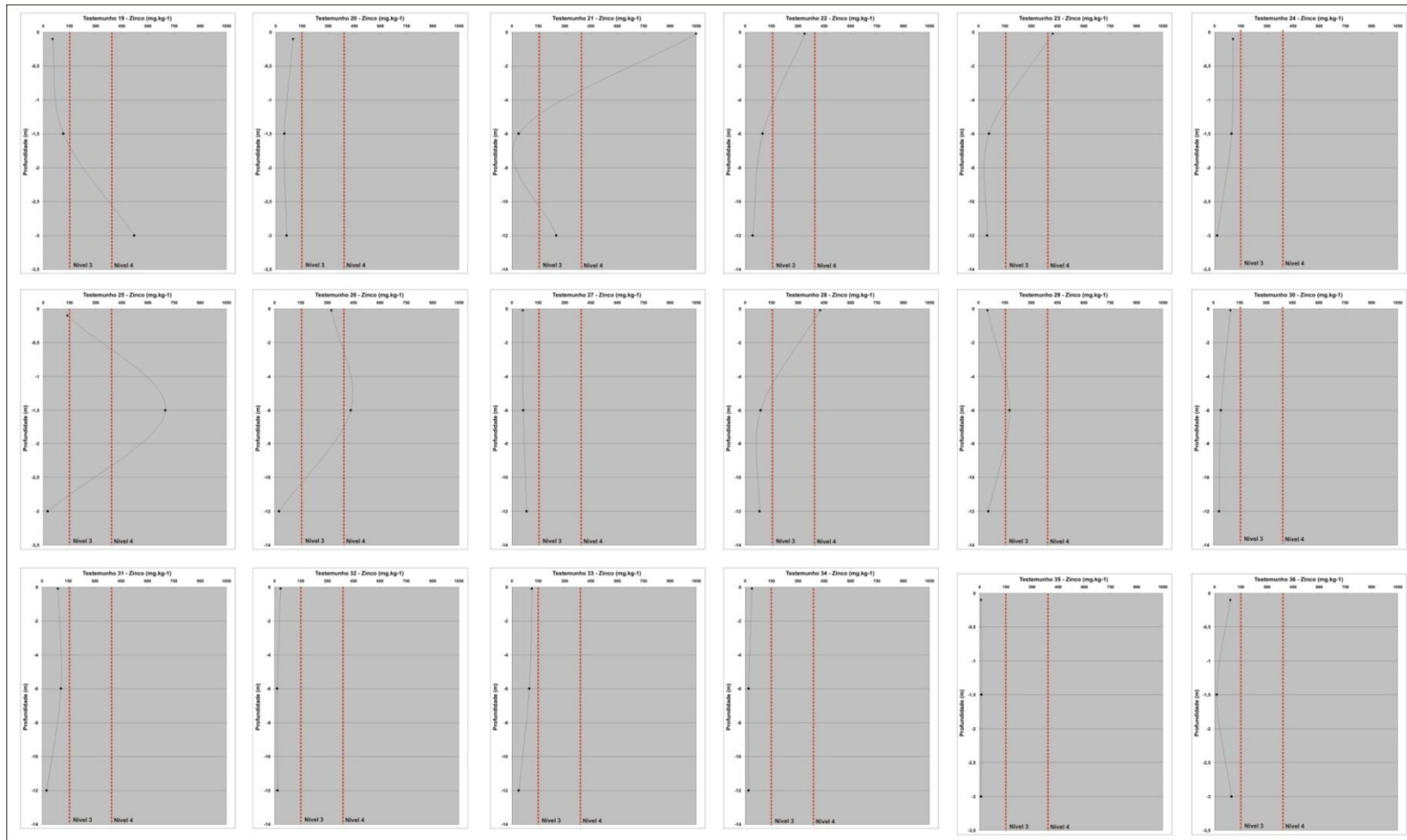
**Figura 5.1-285 - Potencial de contaminação por Zinco (Zn) de todas as amostras analisadas no nível 3 da Resolução do CONAMA N. 344/04, plotadas com sua cota real de profundidade. Notar 17 amostras com potencial de contaminação acima de 100%. No entanto, a grande maioria das amostras apresenta níveis abaixo de 100%.**



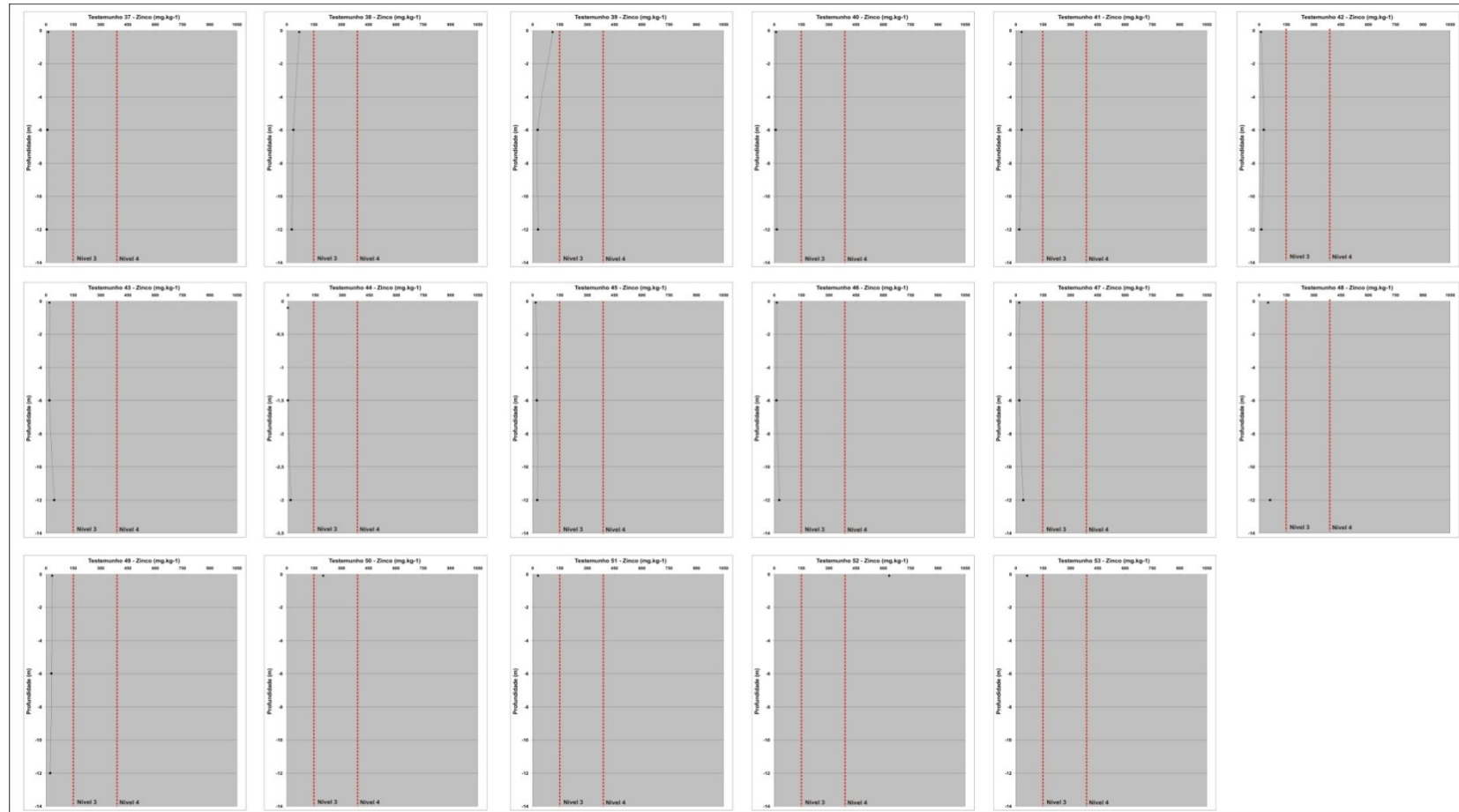
**Figura 5.1-286 - Potencial de contaminação por Zinco (Zn) de todas as amostras analisadas no nível 4 da Resolução do CONAMA N. 344/04, plotadas com sua cota real de profundidade. Notar nove amostras com nível acima de 100%.**



**Figura 5.1-287 - Variação vertical do Zinco (mg kg<sup>-1</sup>) nas amostras analisadas. O nível 3 de contaminação estabelecido pela Resolução do CONAMA N. 344/04 é de 150,0 mg kg<sup>-1</sup>, enquanto o nível 4 tem como limite o valor de 410 mg kg<sup>-1</sup> indicado pela linha vermelha.**

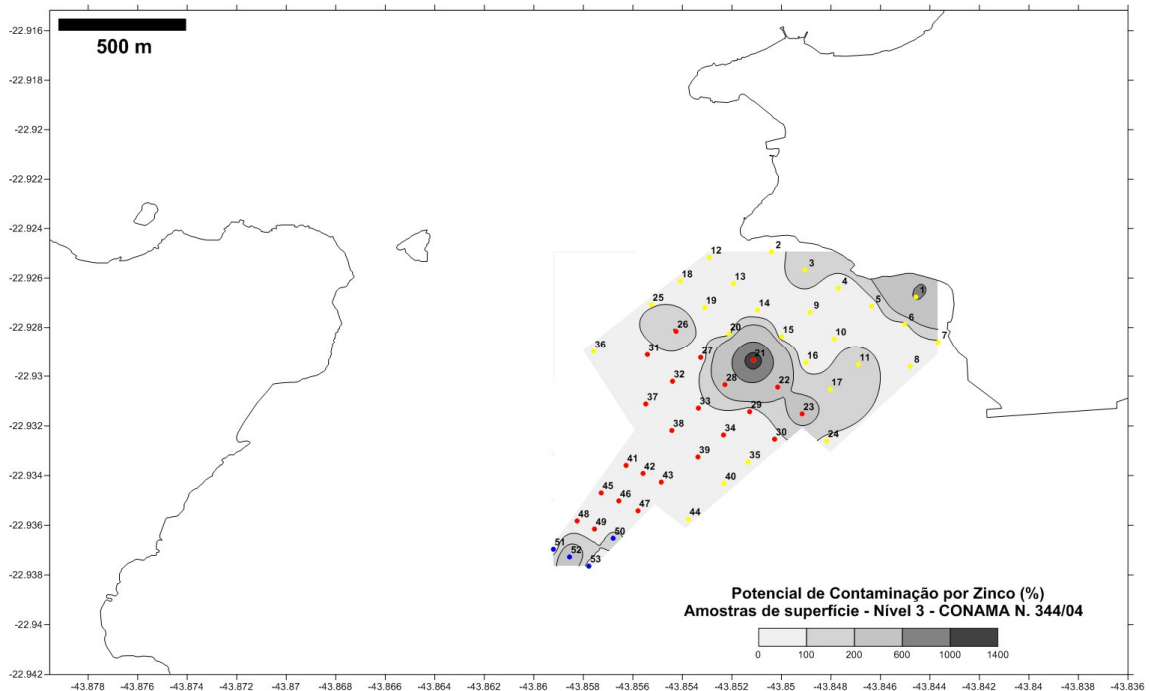


**Figura 5.1-288 - Variação vertical do Zinco (mg kg<sup>-1</sup>) nas amostras analisadas. O nível 3 de contaminação estabelecido pela Resolução do CONAMA N. 344/04 é de 150,0 mg kg<sup>-1</sup>, enquanto o nível 4 tem como limite o valor de 410 mg kg<sup>-1</sup> indicado pela linha vermelha.**



**Figura 5.1-289 - Variação vertical do Zinco (mg kg<sup>-1</sup>) nas amostras analisadas. O nível 3 de contaminação estabelecido pela Resolução do CONAMA N. 344/04 é de 150,0 mg kg<sup>-1</sup>, enquanto o nível 4 tem como limite o valor de 410 mg kg<sup>-1</sup> indicado pela linha vermelha.**

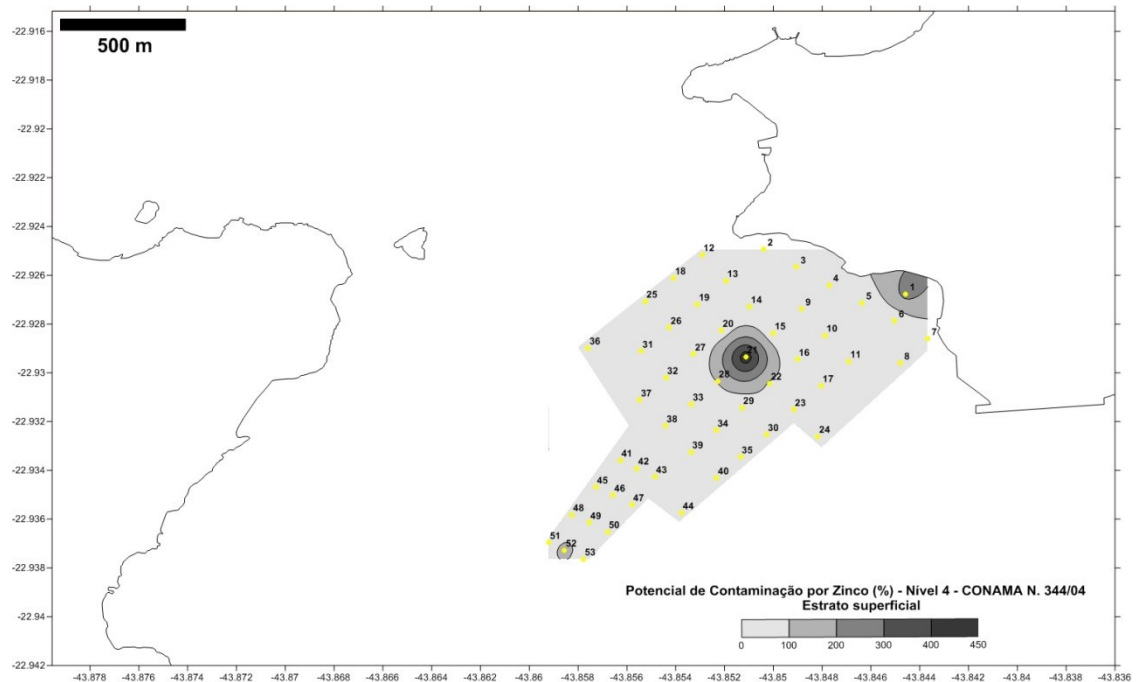
A Figura 5.1-290 apresenta o mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Zinco (Zn) para o nível 3 nas amostras situadas de superfície. No ponto 21, a contaminação foi extremamente acentuada, com potencial de contaminação acima de 1300%. Há ocorrência, também, de contaminação em amostras próximas da costa, no meio da área e na porção mais distal. As demais amostras dos testemunhos, deste nível se apresentaram com potencial de contaminação abaixo de 100%.



**Figura 5.1-290 - Mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Zinco (Zn) nas amostras superficiais. Na área (cinza mais claro), ocorrem sedimentos com níveis de contaminação de 0% a 100% (Baixo, Mediano e Alto Potencial de Contaminação), ainda menores do que o nível 3 permitido pela Resolução do CONAMA N. 344/04, exceto para quatro amostras superficiais dos testemunhos 1, 21, 28 e 52 (Altamente Contaminadas).**

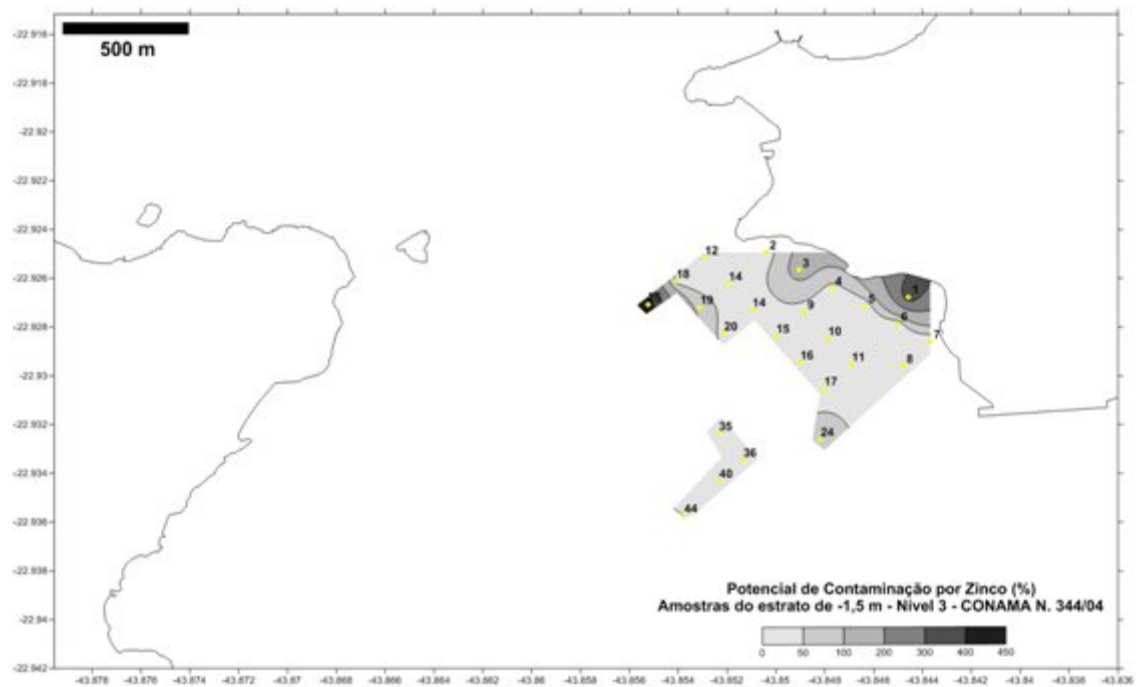
A Figura 5.1-291 apresenta o mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Zinco (Zn) nas amostras situadas na superfície para o nível 4 de contaminação. O ponto 21 ainda mostra-se com contaminação elevada, com cerca de 500% de potencial de contaminação.. As demais amostras dos testemunhos, deste nível se apresentaram com até 100%. Ocorrem, ainda, outras amostras com potencial de contaminação acima de 100%, porém em pontos isolados.





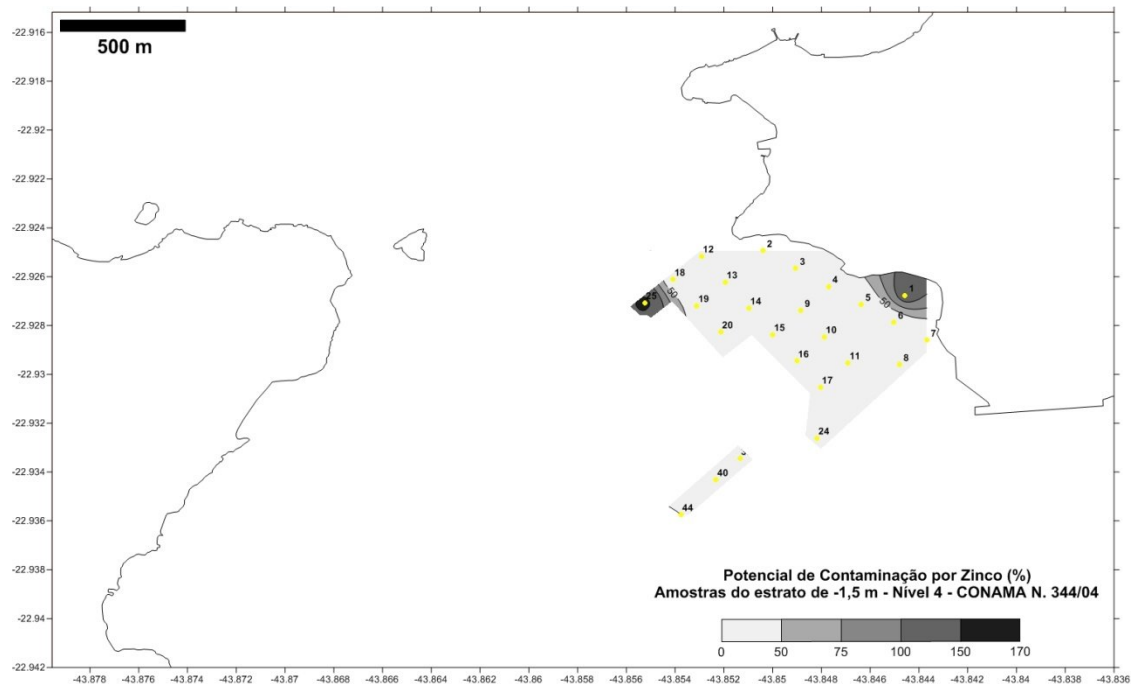
**Figura 5.1-291 - Mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Zinco (Zn) para o nível 4. Notar a contaminação extremamente elevada no ponto 21 e a distribuição de pontos isolados de amostras com potencial de contaminação acima de 100%.**

A Figura 5.1-292 apresenta o mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Zinco (Zn) para o nível 3 nas amostras situadas no estrato de 1,5 metros abaixo da superfície. O pico de maior contaminação se situou no testemunho 25. As demais amostras dos testemunhos se apresentaram potencial de contaminação de até 100%.



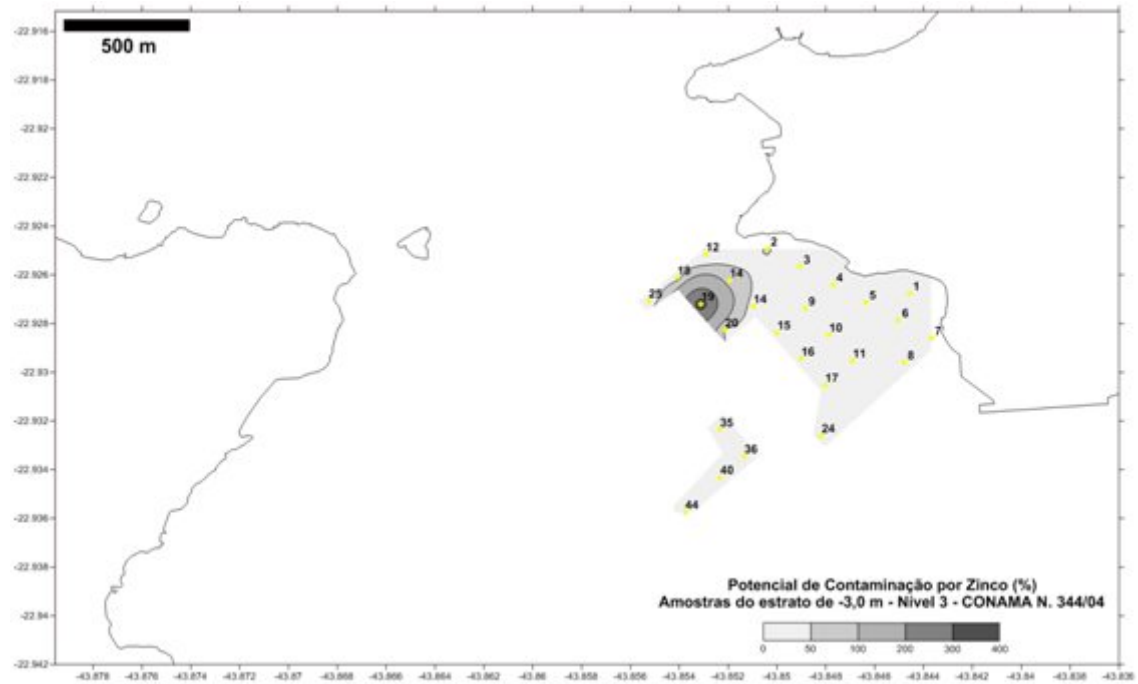
**Figura 5.1-292 - Mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Zinco (Zn) para o nível 3 nas amostras do estrato 1,5 metros abaixo da superfície do substrato. Notar níveis que ultrapassam os 100% e distribuem-se em uma área próxima do continente e em outra mais afastada da linha de costa.**

A Figura 5.1-293 apresenta o mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Zinco (Zn) para o nível 4 nas amostras situadas no estrato de 1,5 m abaixo da superfície do substrato. Contaminação acentuada e pontual nas amostras dos testemunhos 1 e 25. As demais amostras dos testemunhos deste nível se apresentaram com Baixo Potencial de Contaminação.



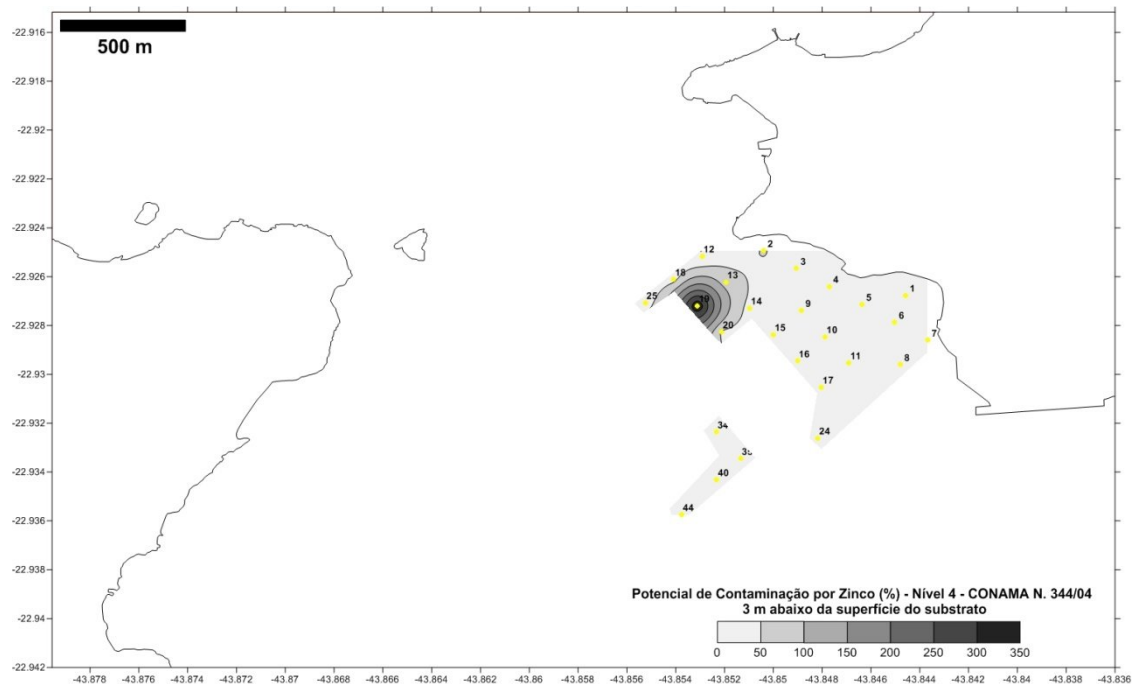
**Figura 5.1-293 - Mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Zinco (Zn) para o nível 4 nas amostras do estrato 1,5 m abaixo da superfície do substrato. Grande parte dos testemunhos com Baixo Potencial de Contaminação, exceto para as amostras dos testemunhos 1 e 25..**

A Figura 5.1-294 apresenta o mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Zinco (Zn) para o nível 3 nas amostras situadas no estrato de 3,0 m abaixo da superfície do substrato. Contaminação acentuada e pontual no testemunho 19. Os testemunhos 14 e 20 se apresentam com Alto Potencial de Contaminação. As demais amostras dos testemunhos deste nível se apresentaram com Baixo Potencial de Contaminação.



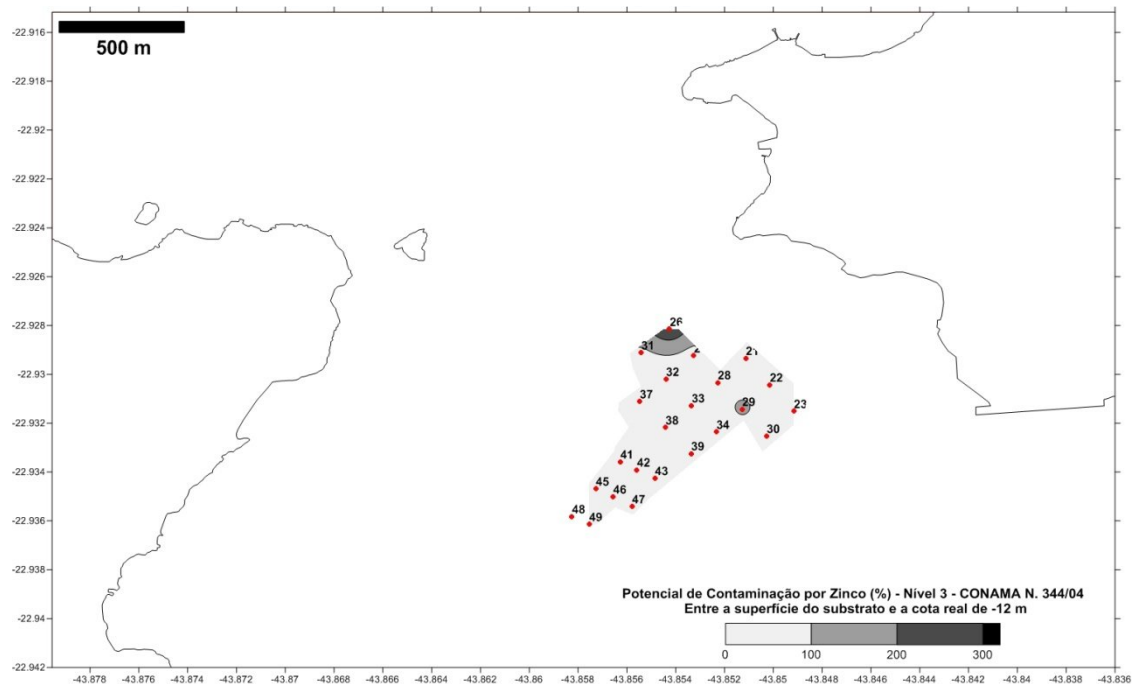
**Figura 5.1-294 - Mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Zinco (Zn) nas amostras do estrato 3,0 metros abaixo da superfície do substrato. Grande parte dos testemunhos com Baixo Potencial de Contaminação, exceto o testemunho 19 e região próxima, com níveis de até 400%.**

A Figura 5.1-295 apresenta o mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Zinco (Zn) para o nível 4 nas amostras situadas no estrato 3,0 m abaixo da superfície do substrato.



**Figura 5.1-295 - Mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Zinco (Zn) para o nível 4 nas amostras do estrato 3,0 m abaixo da superfície do substrato.**

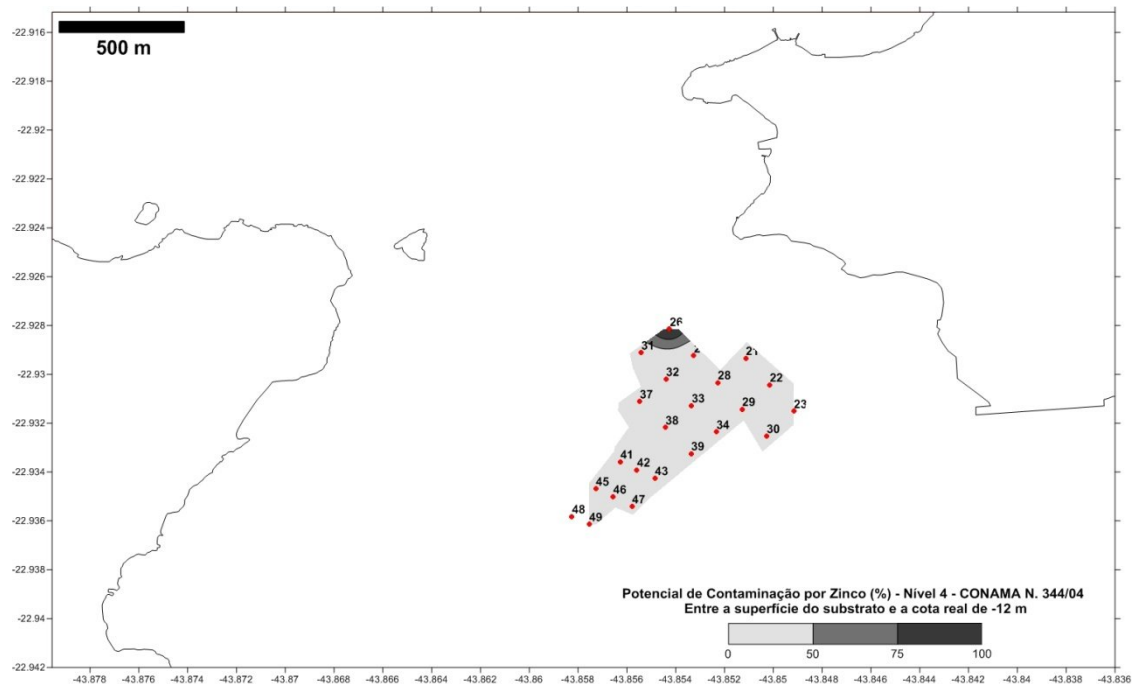
A Figura 5.1-296 apresenta o mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Zinco (Zn) nas amostras situadas no estrato entre a superfície do substrato e a cota real de -12 m. Contaminação acentuada e pontual nos testemunhos 26 e 29. As demais amostras dos testemunhos deste nível se apresentaram com potencial de contaminação abaixo de 100%..



**Figura 5.1-296 - Mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Zinco (Zn) para o nível nas amostras do estrato entre superfície do substrato e a cota real de -12 metros. Grande parte dos testemunhos com Baixo Potencial de Contaminação, exceto as amostras dos testemunhos 26 e 29 (Contaminadas).**

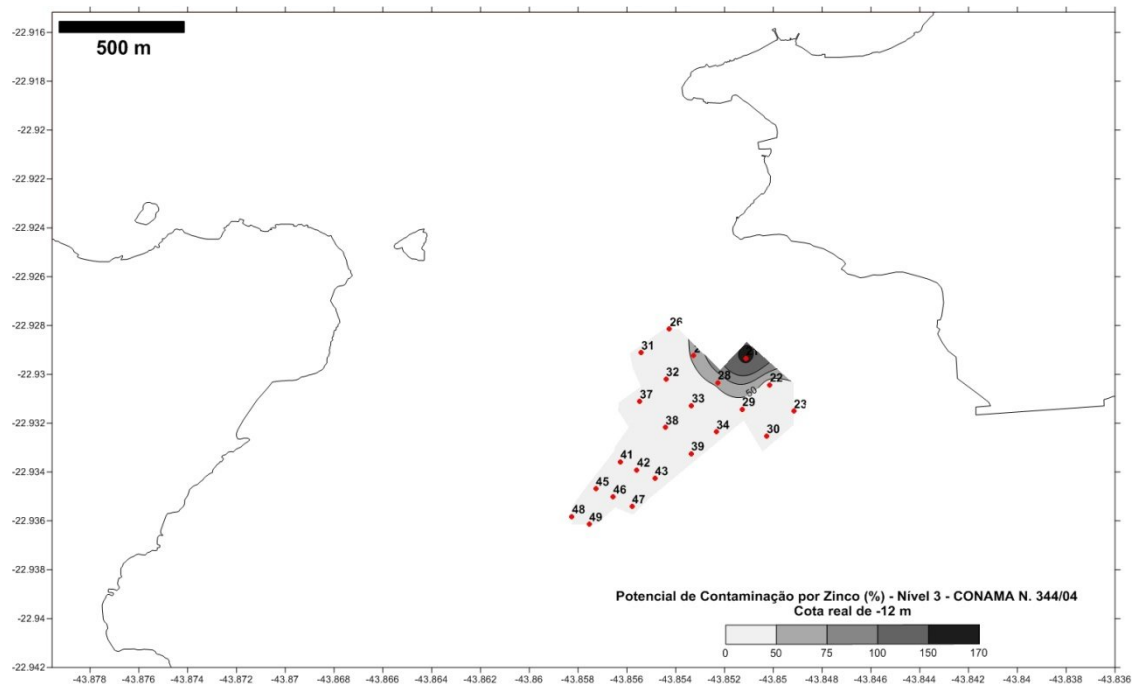
A Figura 5.1-297 apresenta o mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Zinco (Zn) para o nível 4 nas amostras situadas no mesmo estrato citado anteriormente.





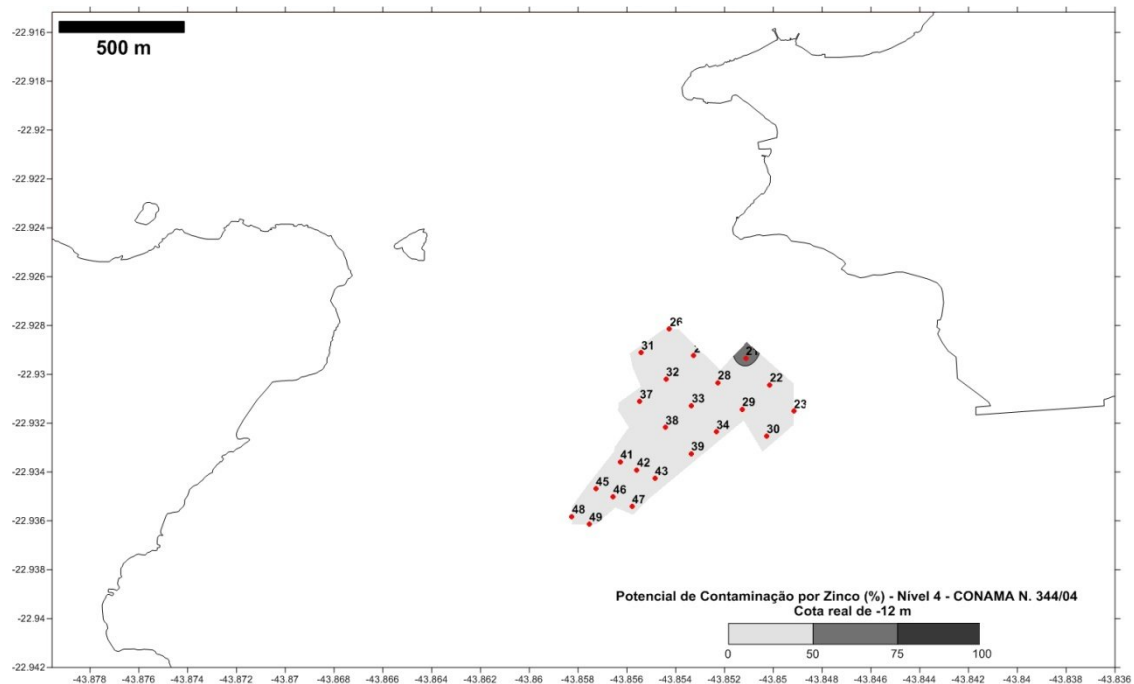
**Figura 5.1-297 - Mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Zinco (Zn) nas amostras do estrato entre a superfície do substrato e a cota real de -12 metros**

A Figura 5.1-298 apresenta o mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Zinco (Zn) para o nível 3 nas amostras situadas no estrato da cota real de -12,0 metros. Contaminação acentuada e pontual no testemunho 21. Predominam amostras dos testemunhos deste nível com Baixo Potencial de Contaminação..



**Figura 5.1-298 - Mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Zinco (Zn) para o nível 3 nas amostras do estrato coletadas na cota real de -12,0 metros. Grande parte dos testemunhos com Baixo Potencial de Contaminação, exceto a amostra do testemunho 21 (Contaminada)..**

A Figura 5.1-299 75 apresenta o mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Zinco (Zn) para o nível 4 nas amostras situadas no estrato da cota real de -12,0 metros.



**Figura 5.1-299 - Mapa de distribuição dos potenciais de contaminação por Zinco (Zn) para o nível 4 nas amostras do estrato da cota real de -12,0 metros.**

#### 5.1.8.2.5.4 Estudos de toxicidade dos sedimentos

##### 5.1.8.2.5.4.1 Princípio

Este método consiste na exposição de *Danio rerio*, peixe de água doce, a várias concentrações da substância-teste por um período de até 96 horas de exposição, sob condições controladas de temperatura, OD e fotoperíodo. As mortalidades dos organismos-teste são registradas em 24, 48,72 e 96 horas e a CL(I)50 e/ou UT calculadas, quando possível. O teste poderá ser realizado sob as mesmas condições por um período de 48H.

##### 5.1.8.2.5.4.2 Aplicação

O método é aplicável para todos os tipos de efluentes líquidos industriais, inclusive águas residuais com cor, e substâncias químicas solúveis em água ou que possam ser dispersadas por meios químicos (solventes orgânicos, dispersantes) e/ou físicos (agitação mecânica, dispersão ultra-sônica).

##### 5.1.8.2.5.4.3 Organismo-teste

O organismo-teste utilizado é o *Danio rerio*, conhecido vulgarmente como Paulistinha.

Tanto o aquário para quarentena/estoque e os recipientes-teste devem comportar um volume que permita manter a relação de, no máximo, 1,0 g de peixe por litro.

Os organismos devem ser mantidos em laboratório e selecionados de um lote único de *Danio rerio*.

Os peixes devem ser mantidos em aclimatação por pelo menos 15 dias (24 h de estabilização + 14 dias de quarentena) antes do início do teste, em água com as mesmas condições que a utilizada no teste, para observação e avaliação do lote, em aquários com volume apropriado, em aeração.

Os organismos devem estar livres de doenças ou malformações, não devendo receber tratamento quimioterápico contra doenças.

A alimentação deve ser interrompida 24 horas antes do início do teste.

Os peixes devem ser alimentados no mínimo 3 vezes por semana.

#### 5.1.8.2.5.4.4 Resultados

Os pontos de sedimento com maior percentual de Toxicidade (30%) são:

- 1150-09 - Ponto 1 Superfície
- 1249-09 - Ponto 38 Superfície
- 1311-09 - Ponto 53 Superfície
- 1269-09 - Ponto 46 Superfície
- 1324-09 - Ponto 41 Superfície
- 1396-09 - Ponto 23 Superfície

#### 5.1.8.2.5.4.5 Instruções gerais

Antes do preparo da amostra, é importante ter conhecimento das características físicas, químicas e toxicológicas da substância-teste, com o propósito de tomar os cuidados necessários no manuseio da amostra.

O preparo das soluções e todas as etapas do ensaio devem ser realizados em ambiente isento de vapores ou poeiras tóxicas. Quando necessário, as amostras de efluentes líquidos e águas continentais devem ser colocadas, para decantação dos sólidos em suspensão, por 2 horas. Após este período, retira-se com um sifão a porção mediana da amostra, devendo ser esta porção a ser utilizada no ensaio.

Calcular, antes do início do teste, as concentrações desejadas, de modo a obterem-se volumes suficientes de solução-mãe e soluções-estoque.

Preparar a solução-mãe e as soluções-estoque de acordo com os cálculos realizados.

A partir das soluções preparadas, preparar as soluções-teste diretamente nos recipientes-teste (bécher de 5000 mL ou aquário de acrílico de 10000 mL com tampa, revestidos com sacos plásticos descartáveis), para um volume final de 4000 mL por concentração.

Observações:

- Efluentes : 1 solução-teste por concentração
- Substância de referência : 1 solução-teste por concentração
- Substância química : 2 soluções-teste por concentração

Para cada teste ou grupo de testes, preparar um controle, somente com meio de cultura e com o mesmo número de organismos.

No caso do uso de solventes, deve-se preparar, além das soluções-teste de controle com meio de cultura, outra solução-teste, em duplicata, com meio de cultura contendo a máxima concentração de solvente utilizado no teste.

Os peixes mortos devem ser retirados do recipiente tão logo este fato seja observado. Qualquer modificação no comportamento dos organismos-teste deve ser também registrada.

#### 5.1.8.2.6 Conclusões

As análises realizadas pela equipe de estudos foram eminentemente embasadas em dados primários analisados pelo Laboratório de 06 de junho a 03 de julho de 2009. De uma maneira geral as amostras coletadas mostraram diversos níveis de enquadramento, ou seja, Baixo, Moderado, Alto Potencial de Contaminação e Contaminada. Estes níveis, no entanto, na maioria dos casos não ultrapassaram os valores limites estipulados pela resolução do CONAMA N. 344/04. O comportamento geral das concentrações ao longo dos testemunhos mostrou-se decrescente da superfície para o fundo. Notou-se que ocorrem agrupamentos amostrais de concentrações muito perto ou (no caso do Zinco) acima dos níveis estabelecidos pela citada Resolução.

A contaminação, quando ocorreu, foi maior para o Zinco, seguida de um bom número de amostras contaminadas por Cromo e Níquel. Os níveis de Cobre e Chumbo estão dentro dos limites. Em apenas quatro amostras foi detectado Arsênio (duas delas contaminadas), enquanto não foram detectadas concentrações de Mercúrio. Já os teores de Carbono Total, Fósforo Total e Nitrogênio Kjeldahl Total estão abaixo dos limites de alerta.

Apesar de não haver um quadro grave de contaminação por metais pesados, considerando os níveis estabelecidos pela Resolução do CONAMA N. 344/04, algumas amostras possuem potencial de contaminação de moderado a alarmante, com ocorrência de amostras com alto potencial de contaminação e contaminadas.

Como as frações granulométricas são predominantemente pelíticas (argilas e siltes) e que por suas características iônicas tem capacidade de retenção desses elementos químicos poluentes, os sedimentos da área do empreendimento, ao serem dragados, devem ser manuseados com todo cuidado operacional, pois durante a dragagem deste material poderá haver ressuspensão e dispersão de sedimentos potencialmente contaminados. Somente com o apoio das interpretações do grupo de modelagem hidrodinâmica é que será possível apontar a direção de deslocamento dessa potencial pluma de contaminantes.

No geral, as concentrações dos micropoluentes na área de empreendimento demonstram claramente uma situação de contaminação (ainda que pontual) grave por Zinco. Além disso, os dados mostram níveis alarmantes para Cromo e Níquel, moderados para Cobre e Chumbo, baixo para Cádmiio e inexistente para Arsênio e Mercúrio, além dos baixos teores de Carbono Orgânico Total, Fósforo Total e Nitrogênio Kjeldahl Total.

Nesse sentido, considerando a fragilidade deste sistema costeiro e a complexidade do empreendimento, recomenda-se a utilização de tecnologia Geotube de confinamento e desidratação de sedimento contaminado, especialmente aqueles que mostraram contaminação acima dos limites definidos pela CONAMA N. 344/04, como foi amplamente ilustrado e descrito no presente relatório. Acrescenta-se que a utilização de Geotubes não eliminará o risco de aumento da área contaminada, devido a possível criação de uma pluma de sedimentos potencialmente contaminados. Na realidade o cuidado na dragagem deverá ser ainda maior, uma vez há vilarejos e construções habitacionais nos arredores do empreendimento.

Caso seja optado pela utilização dos Geotubes, recomenda-se a consultoria de especialistas nessa tecnologia para um maior detalhamento das condições técnicas do produto e sua aplicabilidade no contexto da baía de Sepetiba. Do mesmo, recomenda-se que os dados apresentados no presente relatório sejam discutidos junto com a equipe técnica do Geotube, afim de que não sobrem dúvidas sobre os níveis de contaminação dos sedimentos a serem dragados e a capacidade de retenção e a segurança que o material geotêxtil.

Os cenários a serem modelados, as condições climáticas, a fase da Lua/maré (quadratura ou sizígia), a direção das correntes de maré (enchente ou vazante), tudo



isso deverá ser levado em consideração quando da realização das obras de dragagem. Sendo assim, a segunda (e talvez mais importante) recomendação é da criação de planos de monitoramento ambiental das atividades de dragagem, com análises químicas de sedimentos e de água.

Do mesmo modo que o monitoramento com coleta de dados atualizados sobre as condicionantes hidrodinâmicas, batimétricas e sedimentológicas permitirá a comparação e a calibração dos modelos gerados para distintos cenários ambientais na baía de Sepetiba. Somente com esse monitoramento haverá um controle correto e eficaz dos níveis de contaminação e de dispersão de micropoluentes na área do empreendimento. Deste modo, os planos de mitigação dos níveis potenciais de contaminação poderão ser melhores gerenciados.

### **5.1.8.3 Turbidez na coluna d água da AID**

A turbidez é definida pelo teor de sólidos em suspensão, pois é a capacidade desses de refletir os raios luminosos incidentes. As principais causas da turbidez da água são: presença de matérias sólidas em suspensão (silte, argila, sílica, colóides), matéria orgânica e inorgânica finamente divididas, organismos microscópicos e algas. A origem desses materiais pode ser o solo, a mineração, as indústrias, ou o esgoto doméstico lançado sem tratamento.

De acordo com a Resolução Conama 357/05, Seção III, Artigo 18, os resultados das análises das águas salinas, neste caso, devem ser comparados a águas de Classe 1 (“águas salinas onde ocorrer pesca ou cultivo de organismos, para fins de consumo intensivo”).

As análises de turbidez na coluna d’água da AID em superfície, meio e fundo, incluindo pontos de amostragem nas áreas a serem dragadas, foram realizadas pela Green Brasil Serviços Ambientais Ltda. Foram amostrados três pontos (Ponto 1, Ponto 28 e Ponto 49 da amostragem de sedimentos), em três níveis da coluna d’água: superfície, meio e fundo, totalizando nove amostragens. Os resultados estão expressos no Anexo \_\_ e apresentam-se, em todas as nove amostras, sem exceção, menores de 5,0 UNT (unidades nefelométricas de turbidez).

Ainda de acordo com o Artigo 18 da Resolução Conama 357/05, as águas salinas de classe 1 devem apresentar substâncias que produzem turbidez, virtualmente ausentes. Resultados de análises laboratoriais menores que 5,0 UNT são virtualmente ausentes, mostrando que os níveis de turbidez nos pontos amostrados estão dentro dos limites da classe 1 desta Resolução.

#### **5.1.8.4 Descarte do Material Dragado**

São propostas duas áreas para descarte do material a ser dragado (Mapa 5.1-28) da área do empreendimento na baía de Sepetiba.

Uma está localizada na área do empreendimento que será construído um dique, dragada e posteriormente receberá os sedimentos que estiverem com algum dos parâmetros físico-químicos e/ou biológicos estabelecidos como contaminados pela resolução CONAMA 344/04. Esta área possui 7,96 hectares e está localizada entre a linha da praia atual e a futura área administrativa e industrial do Estaleiro e Base Naval. Esta área possui 7,96 hectares e terá os sedimentos acondicionados no sistema Geotube. Após os sedimentos estarem acondicionados, os Geotubes serão dispostos nesta área e servirão como aterro da mesma.

A outra área proposta para o descarte dos sedimentos que não estejam com a qualidade físico-química e biológica comprometida segundo a resolução CONAMA 344/04 está localizada a aproximadamente 2,6 milhas náuticas da costa da restinga de Marambaia. A mesma já é uma área estabelecida pelo INEA-RJ para descarte de materiais dragados em outros empreendimentos localizados na baía de Sepetiba.



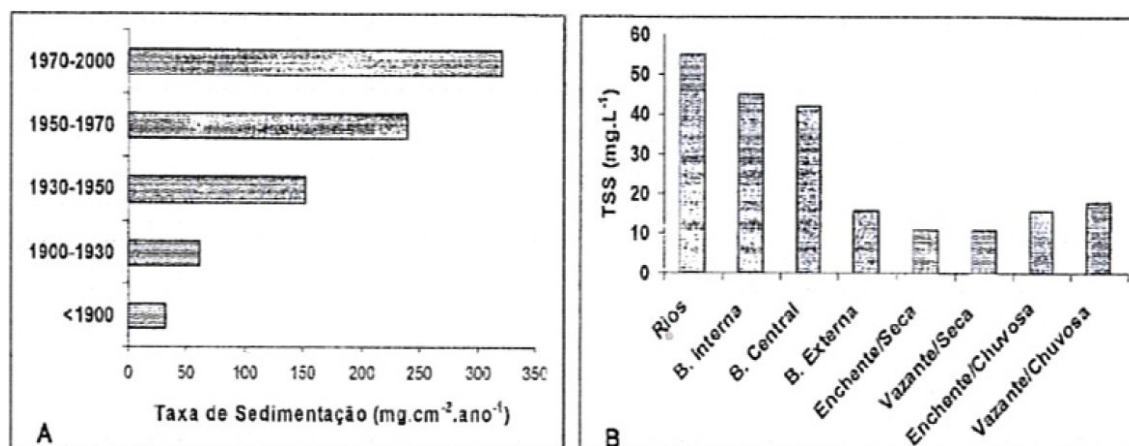
---

**Mapa 5.1-28 – Localização das Áreas de Descarte do Material Dragado.**

### 5.1.8.5 Dragagens de manutenção

#### 5.1.8.5.1 Taxa de Sedimentação

Segundo os estudos do Macroplano (Ecologus, 1998) o aporte de sedimentos na baía de Sepetiba é da ordem de 1.150.000 t/ano. Estudos realizados na baía de Sepetiba (Forte, 1996 e Barcelos, 1995, apud Ecologus 2008) indicam taxas de sedimentação entre 1,3 a 2,2 cm/ano. Taxas superiores a 2 cm/ano são consideradas muito elevadas podendo resultar em camadas muito espessas de sedimentos recentes.



**Figura 5.1-300 – (A) Evolução das taxas de sedimentos ao longo do século XX na Baía de Sepetiba e (B) Distribuição espacial das concentrações médias de material particulado em suspensão ao longo do gradiente continente-mar. Fonte Martins et al., 2004 apud Ecologus**

| Local                                                   | Taxa de Sedimento (cm ano-1) |
|---------------------------------------------------------|------------------------------|
| Enseada das Garças, Baía de Sepetiba (RJ)               | 0,12-0,18                    |
| Costa Nordeste da Baía de Sepetiba (RJ)                 | 0,5                          |
| Estuário do Canal de São Francisco, B. de Sepetiba (RJ) | 1,3                          |
| Baía de todos os Santos (BA)                            | 0,24                         |
| Parte interna da Baía de Guanabara (RJ)                 | 0,49                         |
| Complexo estuariano-lagunar Iguape-Cananéia (SP)        | 0,53-0,98                    |
| Plataforma interna de Iguape-Cananéia (SP)              | 0,18-0,4                     |
| Lagoa de Piratininga (RJ)                               | 0,3-0,76                     |
| Lagoa de Maricá (RJ)                                    | 0,28-0,34                    |
| Lagoa de Guarapina (RJ)                                 | 0,1-0,3                      |

**Quadro 5.1-16 – Taxa de Sedimentação em Diferentes Áreas Estuarianas do Litoral Brasileiro Fonte Martins et al., 2004 apud Ecologus**

#### 5.1.8.5.2 Periodicidade e volumes aproximados

A partir da modelagem oceanográfica da área que será apresentada no item 5.1.9 podemos observar que na área do empreendimento poderá ocorrer um aumento na taxa de deposição.

Se considerarmos um incremento de 100% na taxa de deposição para a área teremos 4,4 centímetros de sedimento depositado ao ano, e aproximadamente 0,5 metro de sedimento depositado em 10 anos.

Desta maneira, estima-se que o intervalo de 10 anos para dragagem de manutenção é apropriado para o canal de acesso e bacia de evolução do EBN. Se considerarmos esta taxa de deposição com este intervalo de manutenção e multiplicarmos pela área da bacia de evolução e do canal de acesso, que é de 518.895 m<sup>2</sup>, o volume a ser dragado será de aproximadamente 259.447,5 metros cúbicos de sedimentos.

## 5.1.9 MODELAGEM

### 5.1.9.1 Modelagem das correntes geradas por maré e vento

O presente relatório descreve sucintamente as características principais do modelo numérico hidrodinâmico e a sua implementação na região das Baías de Sepetiba e Ilha Grande (RJ). O relatório subdivide-se em três seções: a primeira seção é reservada para a descrição do modelo e suas características principais, a segunda seção é a descrição dos dados e métodos utilizados no estudo e a terceira seção trata dos resultados obtidos até o momento.

#### 5.1.9.1.1 Descrição do modelo hidrodinâmico

Utilizou-se nos experimentos numéricos o modelo ROMS (Regional Ocean Model System), desenvolvido pela Rutgers University em conjunto com a comunidade científica e outras universidades (UCLA e IRD). O ROMS é um modelo de diferenças finitas, que utiliza as equações primitivas do movimento, de superfície livre, hidrostática e com coordenadas sigma esticadas “stretched” na vertical e ortogonais curvilíneas na horizontal. O modelo também apresenta algoritmos numéricos eficientes (Fortran 90), com possibilidades de ser utilizado em arquiteturas de tarefa única ou multitarefa, além de conter submodelos (biogeoquímicos, poluentes, transporte de sedimentos) e métodos de acoplamento com outros modelos conhecidos na literatura, como o SWAN (ondas) e o WRF (meteorológico). (Di Lorenzo, 2003; Budgell, 2005; Warner et al., 2005; Wilkin et al., 2005).

Além disso, o modelo possui um módulo para assimilação de dado variacional (4DVAR), com base no algoritmo de Lanczos. O código do modelo está em constante desenvolvimento, é aberto, “opensource”, o que permite sua distribuição gratuita juntamente com o código-fonte e possibilidades de alteração e modificações por parte do usuário. O código-fonte é distribuído a partir de um protocolo SVN, que permite manter a versão original do modelo atualizada, além de possibilitar modificações e alterações do usuário de maneira simples e organizada. O modelo possui um fórum de discussões aberto, com grande participação da comunidade científica. Diversos estudos já foram realizados com o modelo, tanto em áreas oceânicas (Di Lorenzo, 2003; Haidvogel et al, 2000), quanto em áreas costeiras e estuários (Choi et al, 2006; Fennel et al, 2006; Warner et al, 2005; She & Klinck, 2000).

O ROMS, como diversos outros modelos hidrodinâmicos utilizados para estudos de escoamentos de fluidos geofísicos, utiliza a técnica de “Mode-Splitting”, que consiste



em dividir o cálculo das equações do momento em dois modos, barotrópico e baroclínico. O primeiro modo é resolvido várias vezes dentro de cada intervalo do segundo modo, resolvendo as equações de superfície livre e de momento integrado na vertical, comunicando-se com o modo baroclínico (tridimensional), ambos se ajustando aos resultados de forma a otimizar o cálculo e não permitir divergências entre os valores calculados (Blumberg & Mellor, 1987; Shchepetkin & McWilliams, 2005).

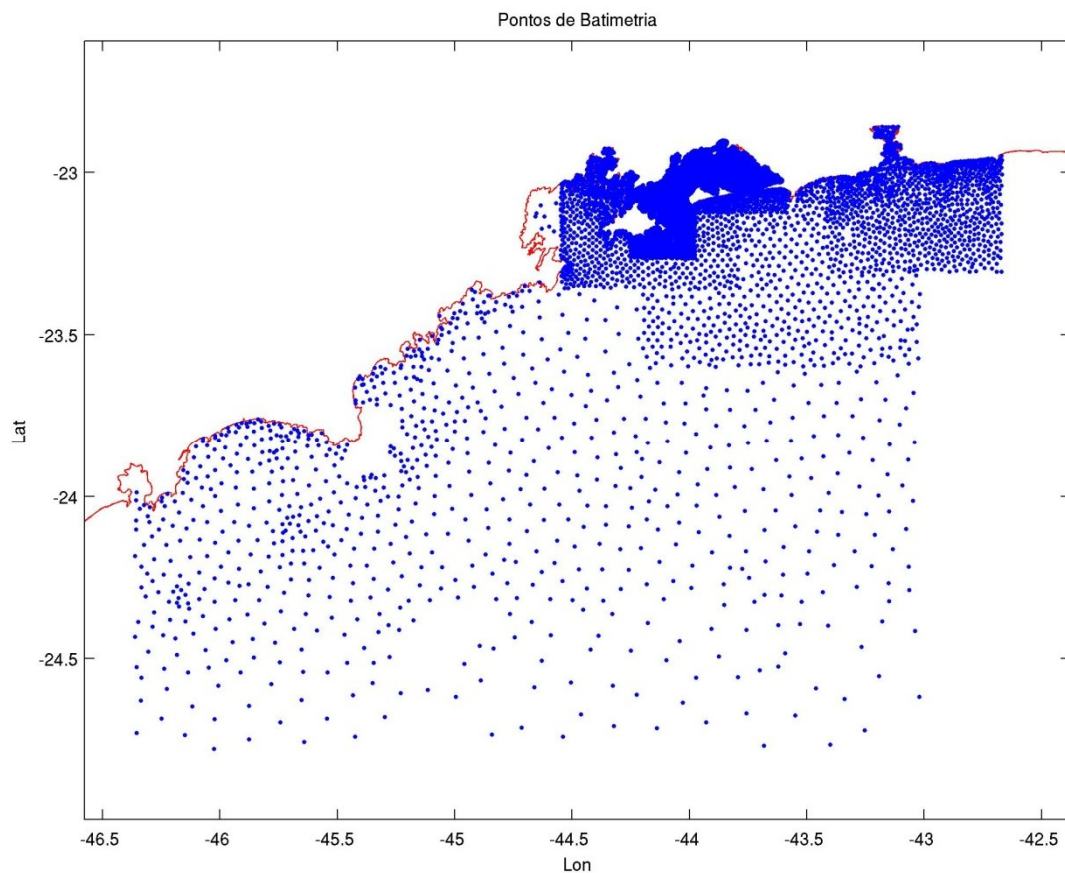
A grade numérica horizontal do modelo é do tipo Arakawa-C e, na vertical, possui coordenadas sigma esticadas “sigma-stretched”, seguindo as feições batimétricas e possibilitando o aumento de resolução (camadas) em áreas de interesse. Diversos esquemas de advecção, mistura vertical (MY2.5,K-E,K-W), parametrizações (“bulk fluxes” e “subgrid-scale”) e condições de contorno estão disponíveis para utilização através da ativação de chaves em CPP (Pré-processamento em C). Os dados de entrada e saída do modelo são padronizados e possuem formato Netcdf (Network Common Data Format) (Warner et al, 2008; Fennel et al, 2006). As equações do movimento (2D e 3D) são discretizadas no tempo usando um preditor (Leap-Frog) e corretor (Adams-Multon) de terceira ordem, o que permitiu o uso de passos de tempo maiores. Para a advecção de momento no modo externo, o padrão utilizado pelo modelo é um algoritmo de 4° ordem centrado, e para o modo interno, um de 3° ordem positivo (“upstream”). Para os traçadores (temperatura, salinidade) o padrão utilizado é de 4° ordem centrado. Além disso, diversos outros esquemas de advecção estão presentes, entre eles o método de advecção recursiva MPDATA (Multidimensional Positive Definite Advection Transport Algorithm), além de diferentes algoritmos para o cálculo do termo do gradiente de pressão.

#### 5.1.9.1.2 Materiais e Métodos

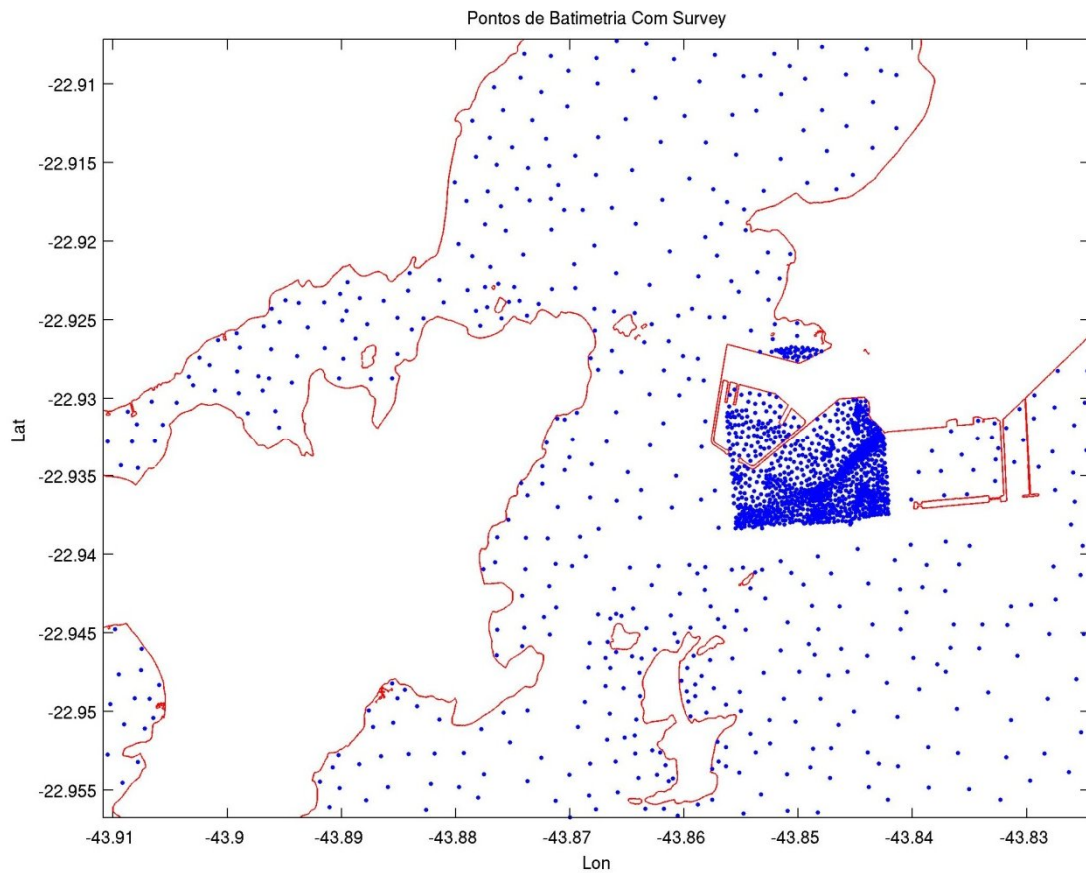
Com o intuito de gerar a base de dados batimétricos a ser utilizada na construção das grades numéricas do modelo, foram digitalizadas as seguintes Cartas Náuticas da DHN: 1607, 1620, 1621, 1622, 1623, 1631, 1632, 1633, 1634 e 1637. Além dessas cartas náuticas, foram considerados os dados batimétricos de alta resolução coletados especificamente para este estudo. Os dados digitalizados são apresentados na Figura 5.1-301 e na Figura 5.1-302. A partir dessa base de dados foram construídas duas malhas (grades) computacionais: uma malha computacional para a região da Costa Sul do Estado do Rio de Janeiro, englobando a plataforma continental, a zona costeira adjacente com a Baía de Ilha Grande, Baía de Sepetiba e Baía de Guanabara, com limites geográficos entre as latitudes de 26.7°S e 22.95°S e longitudes de -44.9°W e 42.7°W, e outra que engloba apenas a área do empreendimento. Na malha maior, as

profundidades máximas ficam em torno de 140m, na plataforma, e médias de 20-30m na Baía de Ilha Grande, e de 10-20m na Baía de Sepetiba.

A Figura 5.1-303 apresenta a batimetria gerada para a malha numérica maior e a Figura 5.1-304 mostra em detalhes a batimetria do Sistema Ilha Grande-Sepetiba com os canais presentes nos dois sistemas e o Canal Central que faz a comunicação entre as baías. Essa grade numérica foi criada para fornecer dados para uma grade menor, de maior resolução espacial, mais próxima à área de instalação da Base Naval da Marinha, através da técnica de Aninhamento de Grades (“Nesting”).



**Figura 5.1-301 - Localização do dados batimétricos digitalizados para a construção das malhas numéricas**



**Figura 5.1-302 - Detalhe dos dados digitalizados na área do empreendimento.**

### Batimetria

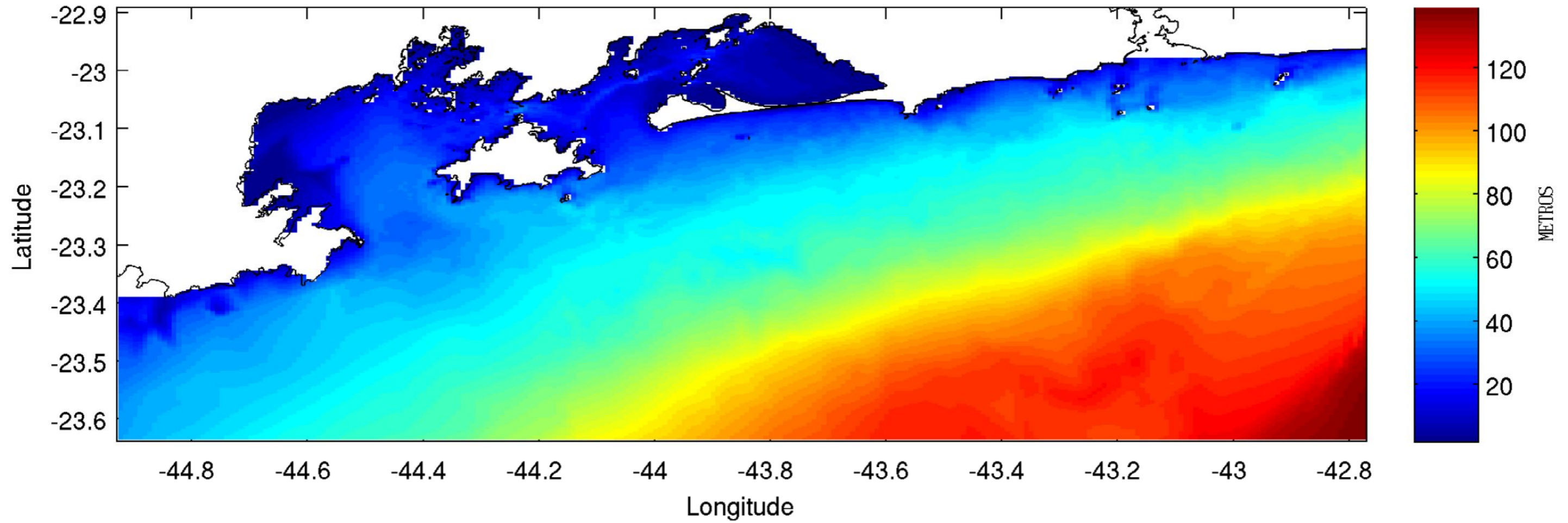


Figura 5.1-303 - Batimetria na Malha Maior



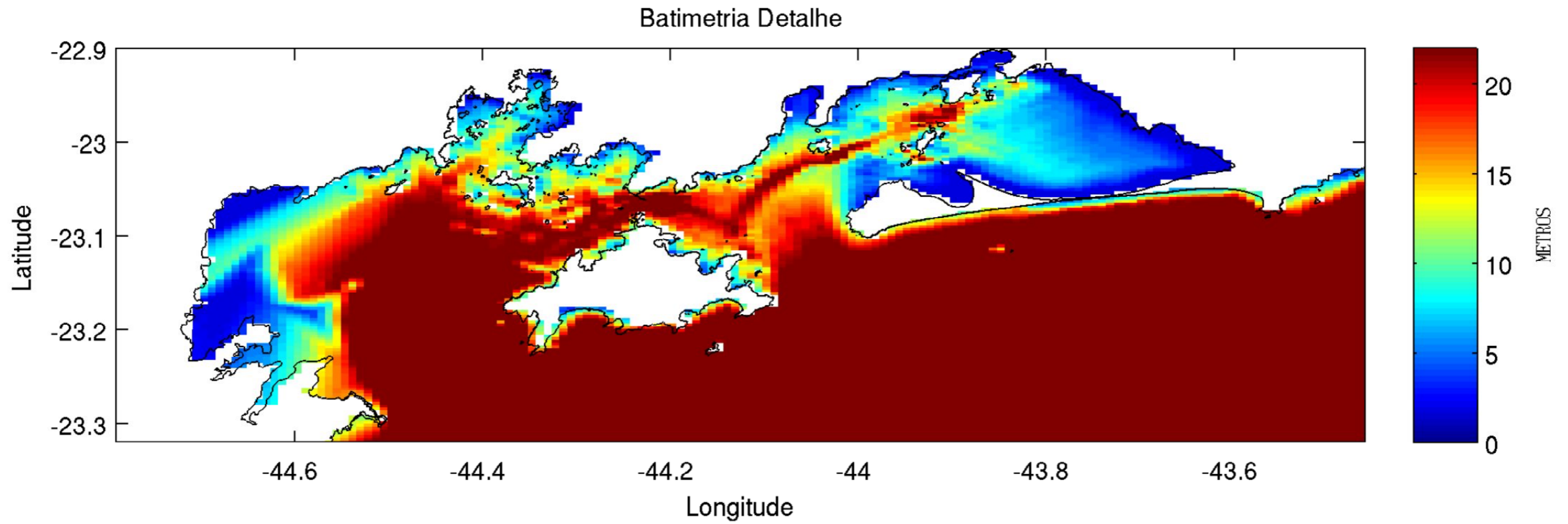


Figura 5.1-304 - Detalhe da batimetria na malha maior.

A técnica aninhamento é necessária devido às características intrínsecas do modelo. Devido à discretização por diferenças finitas em uma grade regular, para realizar uma simulação com resolução suficiente para representar a área próxima ao empreendimento, seria necessária uma enorme quantidade de pontos, o que possui um elevado custo computacional tanto na sua execução quanto no seu armazenamento. Logo, a técnica de “nesting” é interessante quando se pretende representar fenômenos de diferentes escalas atuando em uma área específica, a fim de representar todas as frequências e forçantes que atuam em determinada região. A técnica de Nesting utilizada neste estudo é chamada de único sentido, “One Way Nesting” ou “Offline”, pois representa o tipo de comunicação que ocorre entre os dois modelos, ou no caso, duas grades numéricas. A técnica possui esse nome porque em nenhum momento a grade maior se intercomunica com a grade menor, ou seja, o modelo maior somente fornece os dados para a grade menor que se ajusta aos valores oferecidos. Neste caso, obtém-se os resultados da grade maior, como dados de correntes, elevação, temperatura e salinidade para os pontos de fronteira da grade menor. Então, através de condições de contorno, aplicam-se essas forçantes na grade menor. Logo, as informações da grade menor não são retransmitidas à grade maior, ou seja, a dinâmica local (grade menor) não interfere na dinâmica não local (grade maior).

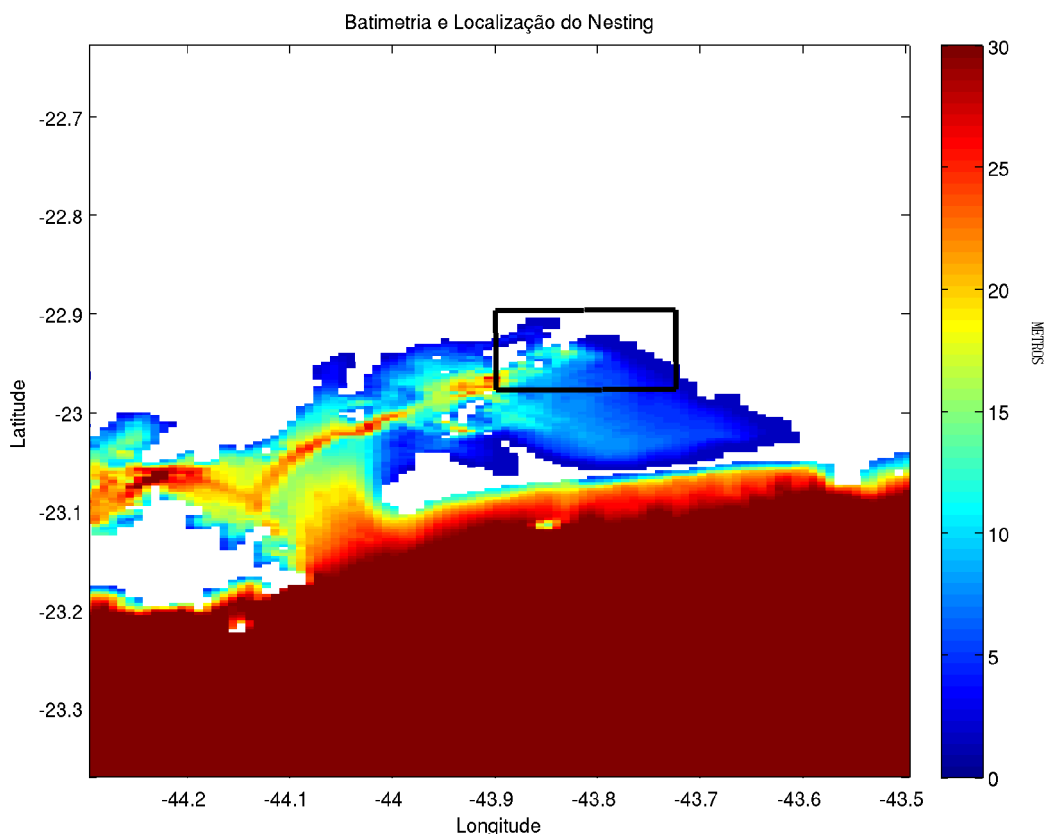
Essa técnica é bastante utilizada devido à sua relativa simplicidade e facilidade de implementação. O “Two Way Nesting”, que se caracteriza pela intercomunicação dos modelos a cada passo de tempo, é uma técnica bem mais complexa e necessita de implementação de códigos e comunicação “online”, ainda não encontradas na versão do modelo utilizada. No caso do Sistema Ilha Grande-Sepetiba, como já foi identificado por diversos autores (Signorini, 1980ab; Fragoso, 1999; Correa, 1994; Cunha et al, 2006), existem oscilações de diversas frequências presentes no sistema. A oscilação natural do sistema, que é aproximadamente de 6 horas, é importante para a representação da circulação na área.

Além disso, o comprimento da Baía de Sepetiba e sua baixa profundidade ocasionam uma diferença de fase na onda de maré entre a entrada da baía a oeste (Ilha Grande) e o fundo a leste (Guaratiba). Logo a representação de todo o sistema (Baía de Ilha Grande e Baía de Sepetiba) é necessária para reproduzir a oscilação natural do sistema e o efeito da onda de maré. O efeito local e não local do vento também é importante na caracterização das correntes e da variação do nível do mar na zona costeira, e para conseguir gerar esse fenômeno e seu conseqüente equilíbrio é necessário representar profundidades mais elevadas e distâncias maiores do que a área próxima ao empreendimento. Portanto, é preciso criar uma grade maior, que represente os fenômenos de maior escala e forneça de maneira correta informações



para a região menor. Para estudos completos e que representam a dinâmica local mais realisticamente é imprescindível representar as condições nas redondezas da área de estudo, a fim de retratar todos os fenômenos atuantes no sistema.

A grade menor confeccionada para este estudo engloba a região de Itaguaí, a área da Base Naval, o Porto de Itaguaí, a Ilha dos Martins, o Rio da Guaia, o Rio Guandu e uma parte da Ilha de Itacuruçá (Figura 5.1-305). Os limites geográficos estão entre 22.98°S/43.9°W e -22.98°S/-43.72°W, com profundidades máxima de 24m, e média de 5.5m (Figura 5.1-306 e Figura 5.1-307), também obtidas a partir das mesmas cartas náuticas e dados de ecobatímetro. Além disso, foi construída também uma outra grade gêmea, igual em comprimento e com o mesmo número de elementos, para representar o empreendimento no local, criada a partir dos projetos conceituais fornecidos (Figura 5.1-308). Essa grade será utilizada de forma a comparar os resultados entre os cenários pré-empreendimento e pós-empreendimento, de forma a avaliar os possíveis impactos da construção.



**Figura 5.1-305 - Detalhes da batimetria na malha maior, apresentando os contornos da malha menor.**

### Batimetria Nesting Sepetiba

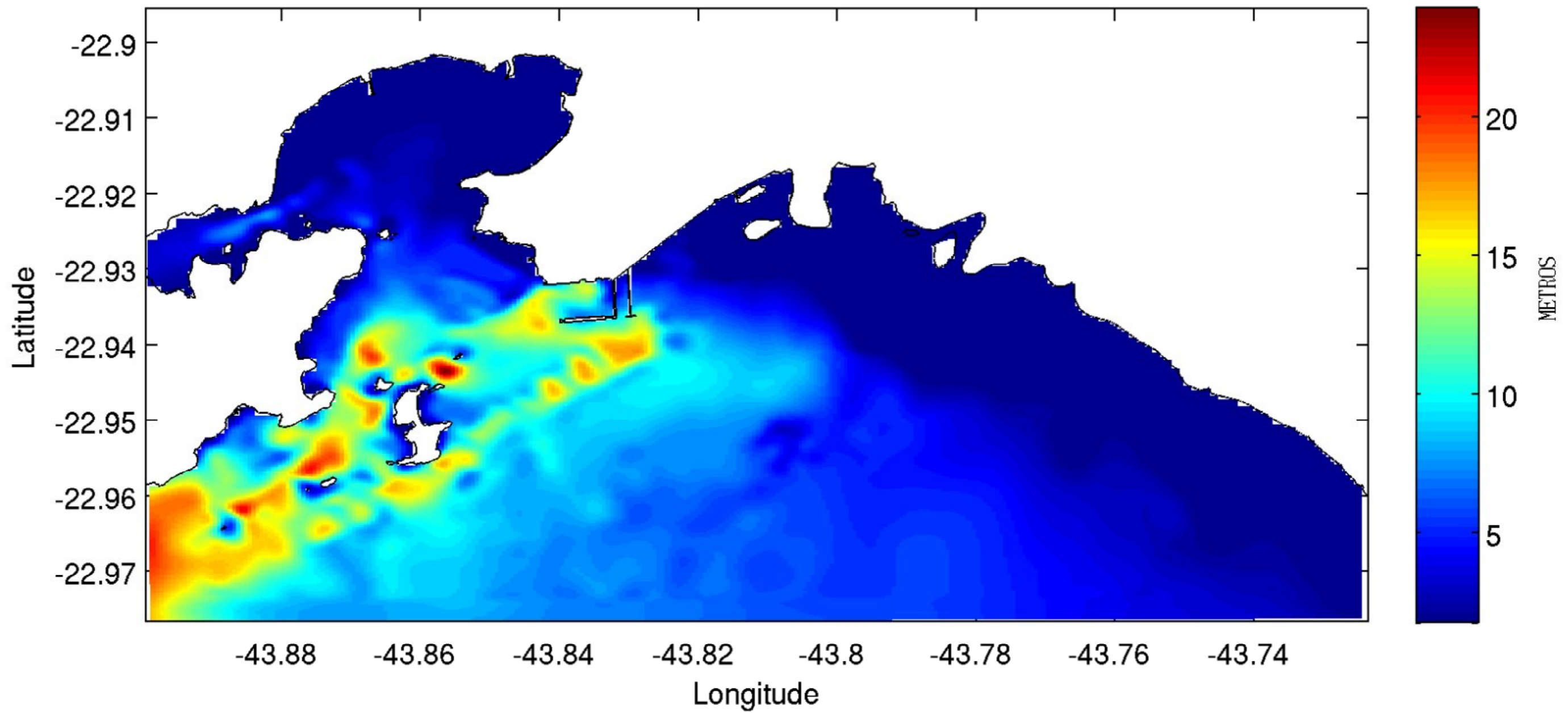


Figura 5.1-306 - Batimetria na Malha Menor.

### Batimetria Nesting Sepetiba - Ampliada

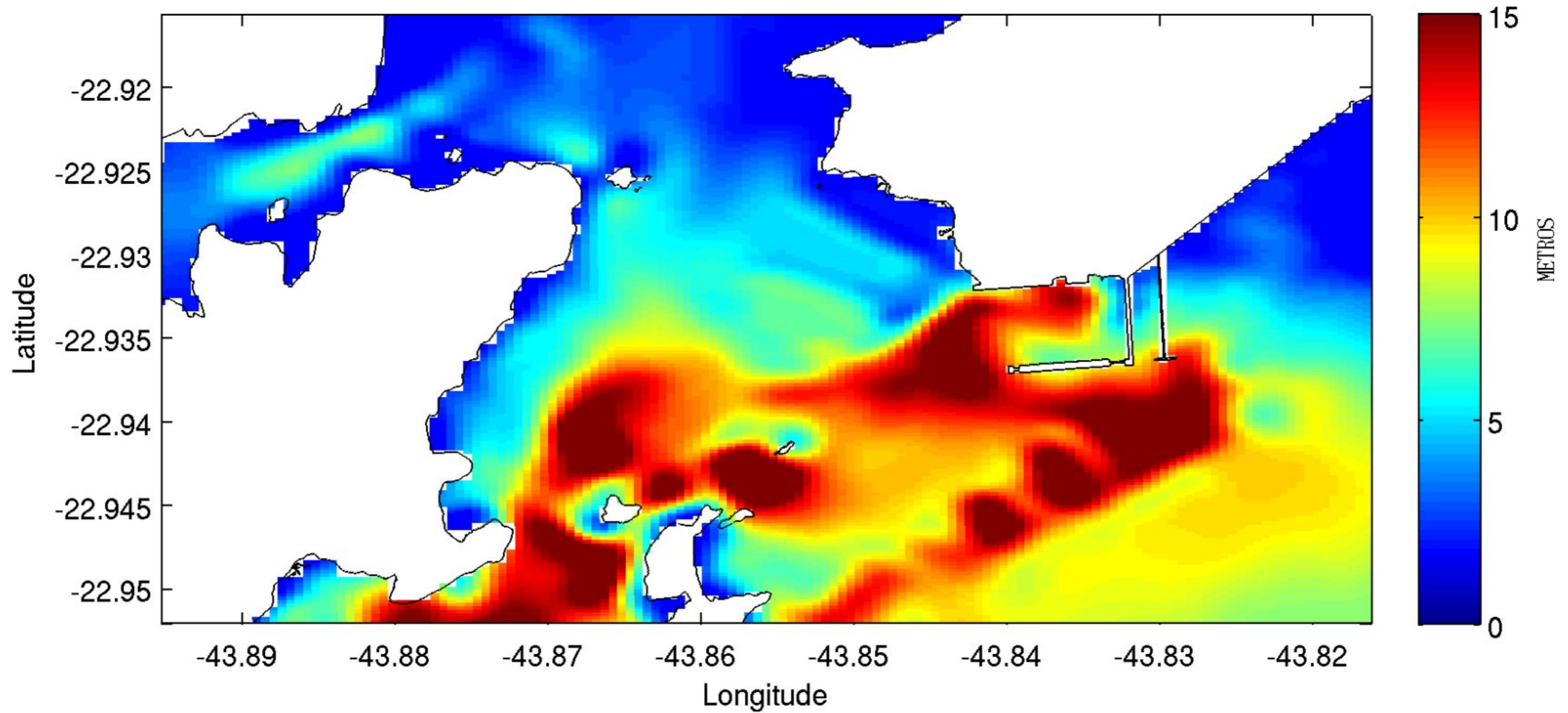


Figura 5.1-307 - Detalhe na área do Empreendimento



### Batimetria Nesting Sepetiba - Ampliada - Empreendimento

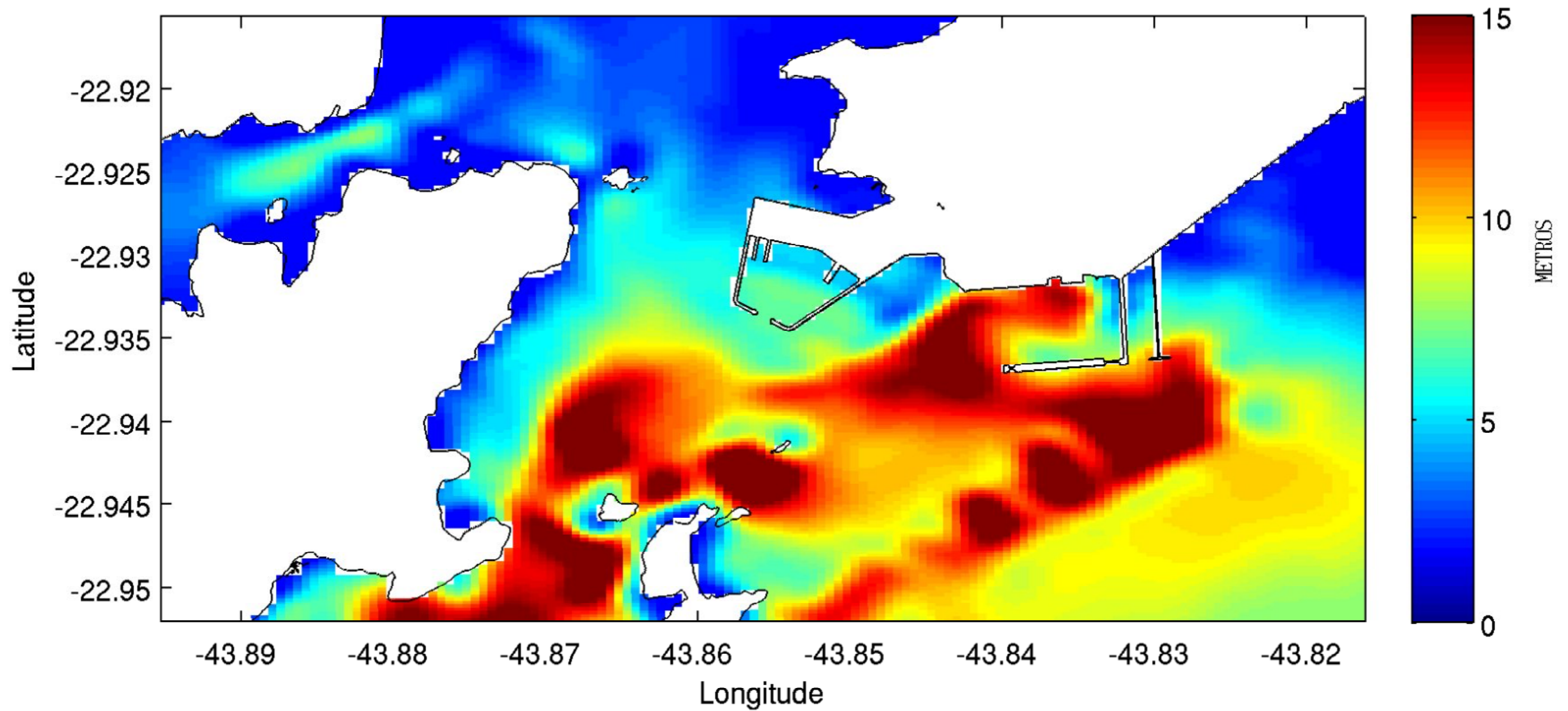
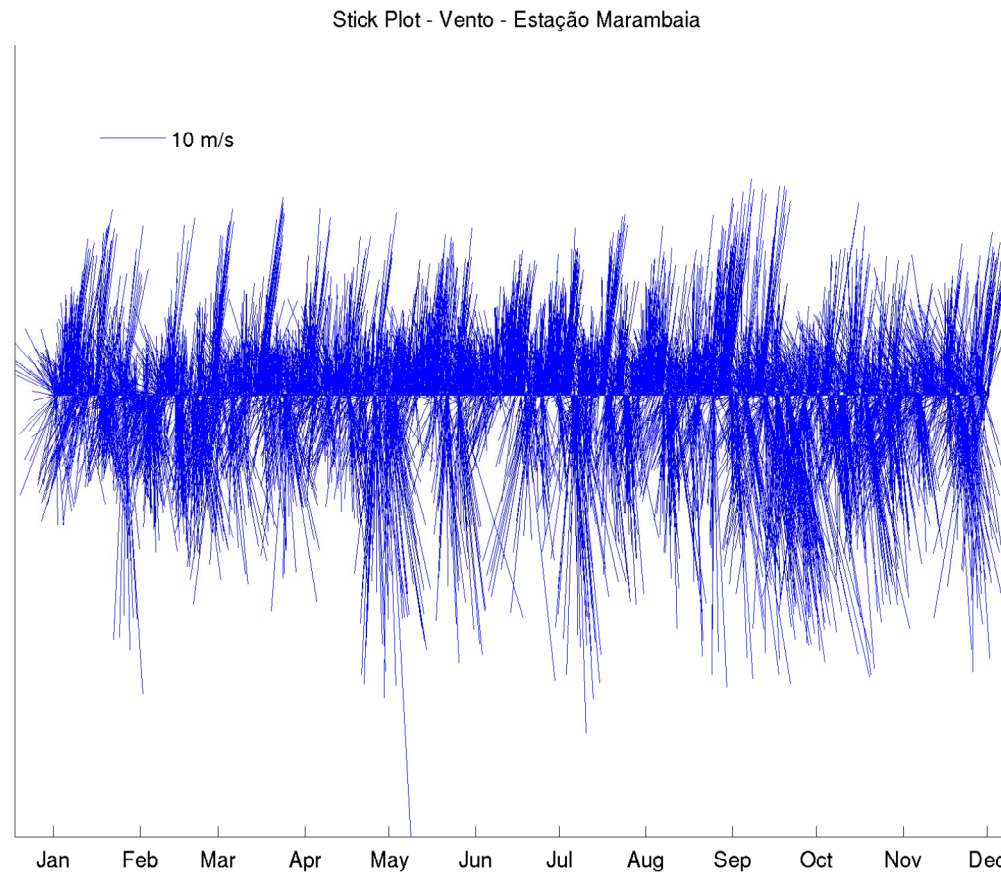


Figura 5.1-308 - Malha numérica com o empreendimento inserido

Na condução dos experimentos numéricos, as simulações na grade maior foram forçadas com dados de maré e vento, sendo que os campos de velocidade, elevação do nível, temperatura e salinidade produzidos por esses experimentos são arquivados com frequência horária para serem usados como condição de fronteira nos experimentos da grade menor.

As constituintes de marés utilizadas para forçar o sistema foram extraídas do modelo global TPXO.07 (Egbert et al, 1994), que utiliza assimilação de dados coletados via satélite (TOPEX/POSEIDON/JASON). O modelo global gera soluções para regiões menores e é capaz de fazer previsões para diversas localidades. Para a região, foi utilizado o modelo Regional do Oceano Atlântico (AO2008) de 1/12 de resolução. Foram escolhidas as seguintes constituintes: ms4, m4, mn4, k2, s2, m2, n2, k1, p1, o1, q1. Os dados foram interpolados para a grade numérica e adaptados ao formato utilizado pelo ROMS. Para gerar o efeito de oscilação de maré no modelo, foram utilizadas condições de contorno radiativas (Chapman na elevação e Flather nas velocidades do modo externo). Os traçadores (temperatura e salinidade) permaneceram fixos durante toda a simulação.

Os dados de vento utilizados para a simulação foram retirados da estação automática da Marambaia, pertencente ao INMET. O período extraído para a modelagem foi de janeiro a dezembro de 2005, com frequência horária. A série de vento é apresentada na Figura 5.1-309, onde o gráfico de palitos (“stick plot”) mostra os vetores de vento a cada hora. A intensidade e direção do vento foram então transformadas em stress (Pa) e deslocadas para a superfície do oceano, através da fórmula de Large & Pond (1981), e aplicadas em toda a grade numérica, ou seja, o vento foi considerado homogêneo no espaço e variável no tempo. Para fins esquemáticos, os dados de vento de 2005 foram renomeados para o ano de 2008 para atuar em conjunto com a forçante de maré nas simulações numéricas. A partir dos resultados obtidos na grade maior, a elevação da superfície do mar e as velocidades integradas na vertical foram interpoladas para a região de fronteira da grade menor e utilizadas como condições de contorno. Essas condições de fronteira são as únicas forçantes a atuar na grade menor.



**Figura 5.1-309 - Gráfico de palitos apresentando os vetores de vento com frequência horária durante o ano de 2005.**



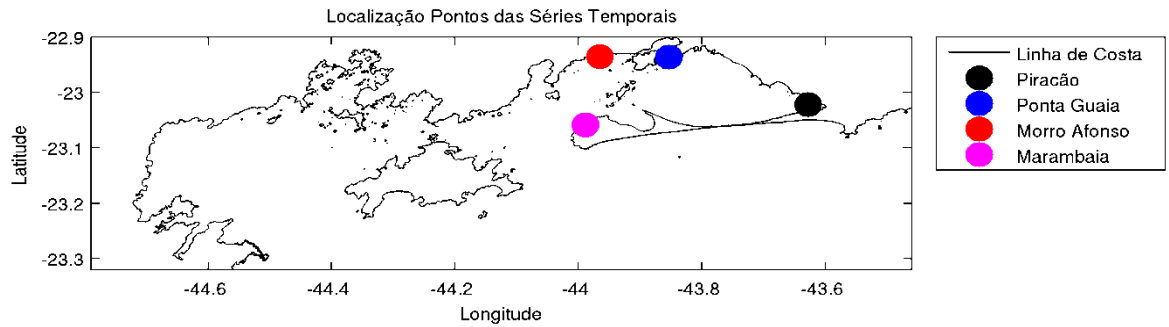
### 5.1.9.1.3 Resultados

#### 5.1.9.1.3.1 Experimentos na malha maior

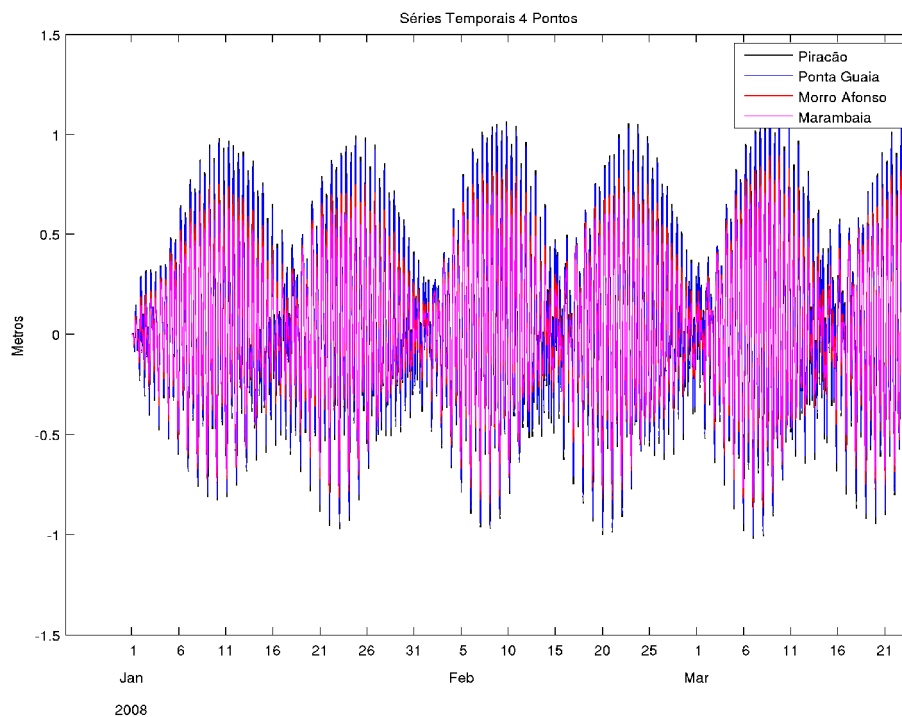
##### 5.1.9.1.3.1.1 *Experimentos com maré, sem vento*

Primeiramente foram realizadas simulações que tiveram como forçante somente a maré astronômica, a fim de aferir o comportamento do modelo em resposta a essa forçante. Foram selecionados quatro pontos distintos dentro da Baía de Sepetiba para ilustrar as variações de nível causadas pela maré: a Ponta de Piracão, a Ponta Guaia, o Morro do Afonso e a Ponta da Marambaia. As localizações desses pontos estão representadas na Figura 5.1-310, onde a Ponta do Piracão é demarcada com um círculo de cor preta, a Ponta Guaia com um círculo azul, o Morro do Afonso com um círculo vermelho e a Ponta da Marambaia com um círculo de cor magenta. A escolha desses pontos foi realizada de acordo com algumas estações e medições de nível já realizadas no local, encontradas na literatura, facilitando uma possível comparação com os dados observados e futura calibração. A Figura 5.1-311 apresenta as séries temporais da elevação nos quatro pontos da Baía de Sepetiba. É possível observar que, no geral, o sinal de elevação possui um comportamento semelhante nos pontos, representando de maneira satisfatória um sinal de oscilação de maré semidiurna. Observa-se também que as oscilações impostas pelo modelo TPXO nos contornos oceânicos consegue representar bem as médias na amplitude de quadratura e sizígia, as quais são respectivamente 0,3m e 1m.

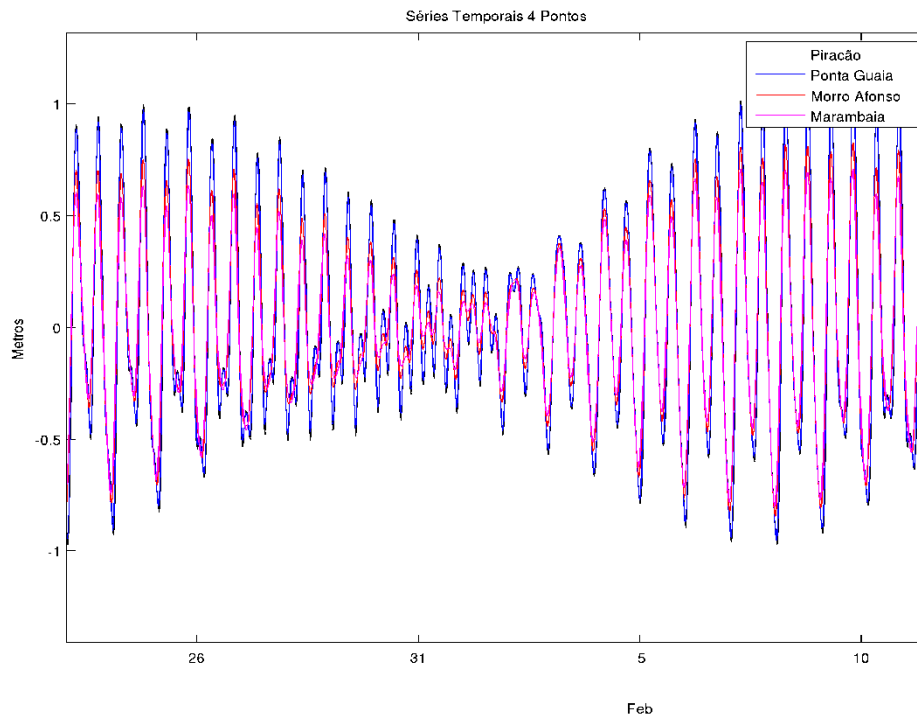
Além disso, diferenças de fase e amplitude entre os pontos são bastante claras, sendo que os pontos localizados no interior da Baía de Sepetiba possuem sinal com amplitude maior. Isso já é esperado, devido a baixas profundidades próximas a esses pontos, além da sua localização mais interna. Os sinais do ponto de Piracão e da Ponta Guaia são claramente diferentes dos demais (Figura 5.1-312). O sinal na estação próxima a Marambaia apresenta as menores amplitudes.



**Figura 5.1-310 - Localização dos Pontos escolhidos para ilustrar as oscilações de nível causadas por maré**

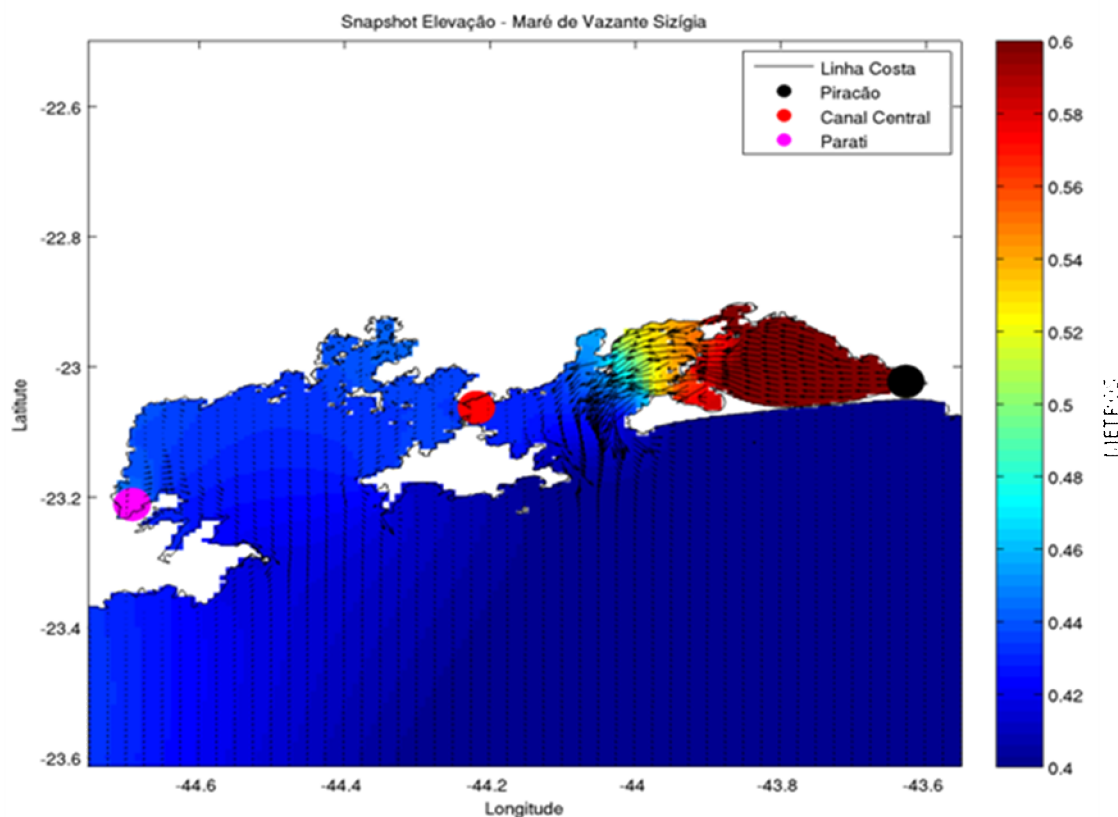


**Figura 5.1-311 – Oscilação de nível na Ponta Piracão, Morro do Afonso, Ponta da Marambaia e Ponta Guarda**



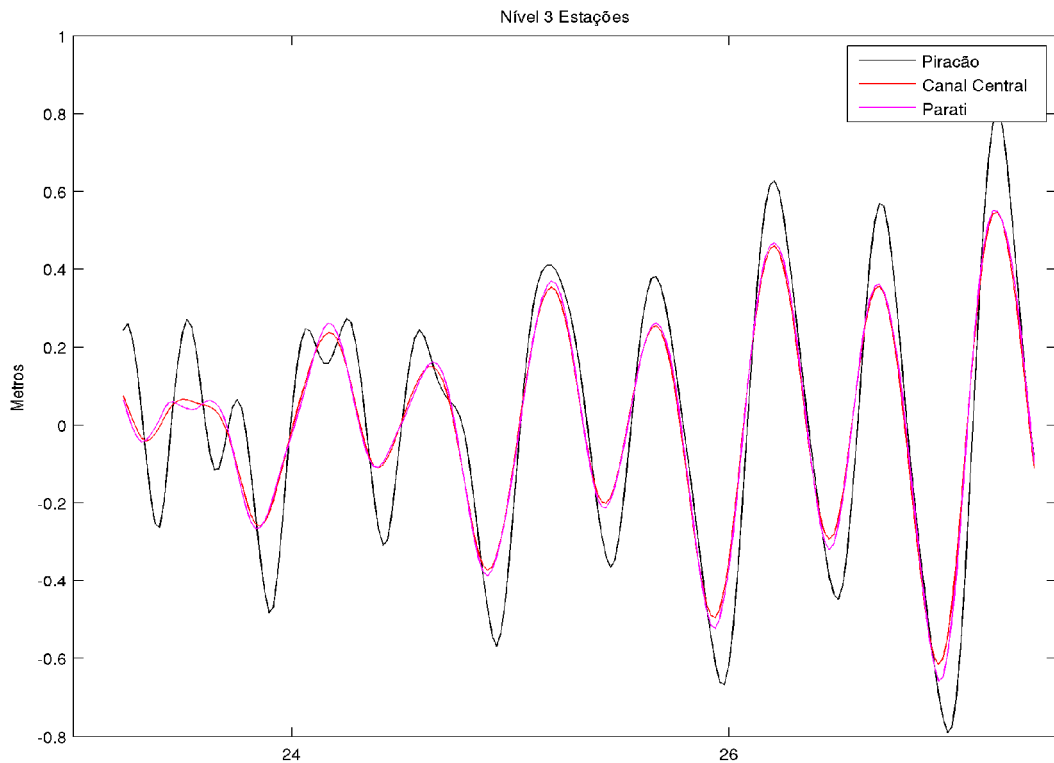
**Figura 5.1-312 – Detalhe das oscilações de nível mostrando diferenças de fase e amplitude entre o ponto localizado no interior da baía (Piracão) e os outros.**

A Figura 5.1-313 apresenta um campo instantâneo da elevação da superfície do mar para a região da Baía de Ilha Grande e Sepetiba, durante a maré vazante (sizígia) e três novos pontos de “coleta” de séries temporais (Piracão, Canal Central e Parati). Pode-se observar primeiramente que o comportamento da elevação é claramente distinto entre as duas baías, tendência observada durante toda a simulação, obtendo valores máximos menores na Baía de Ilha Grande se comparados aos valores máximos na Baía de Sepetiba. Ainda na Figura 5.1-314, é possível observar que as correntes também são distintas entre os dois sistemas, com velocidades mais intensas na Baía de Sepetiba.



**Figura 5.1-313 – Elevação da superfície do mar em momento de maré vazante. Em vermelho aparecem os níveis mais altos e em azul os níveis mais baixos. A unidade de medida é metro (m).**

Além disso, é clara uma diferença de elevação entre os pontos selecionados, com um desnível em torno de 0.2m. Pode-se citar, ainda, que há uma ligeira diferença de fase na elevação entre as duas entradas do sistema, a leste e a oeste da Ilha Grande. Séries temporais curtas desses pontos são apresentadas na Figura 5.1-314, para o mês de janeiro. Observa-se novamente que as oscilações no interior da Baía de Sepetiba possuem amplitudes maiores e há uma ligeira diferença de fase entre o ponto Piracão e os pontos do Canal Central e de Parati. É interessante notar também que a amplitude é ligeiramente menor em Parati se comparada ao Canal Central, devido principalmente às menores profundidades observadas nessa região se comparadas ao canal. Esta análise já indica a importância de se representar o sistema das baías, pois se o domínio utilizado fosse a região próxima à base naval, o desnível entre os dois extremos da baía não seria completamente representado e as velocidades geradas não estariam de acordo com os fenômenos presentes.



**Figura 5.1-314 – Detalhe das oscilações de nível em Piracão, Canal Central e Parati.**

A Figura 5.1-315 e a Figura 5.1-316 apresentam campos instantâneos de elevação e módulo das velocidades de superfície para uma maré de sizígia no período de enchente. Observa-se um desnível próximo de 0.5m entre a entrada da Baía de Sepetiba e a região da plataforma e a Baía de Ilha Grande, além de velocidades intensas na entrada da Baía de Sepetiba. Observa-se também que as velocidades são bastante intensas próximo a Marambaia e na região do canal próximo à Ilha Guaíba, em torno de 1m/s. Velocidades mais intensas são observadas também próximo a Parati, entretanto com valores menores (0.3m/s).

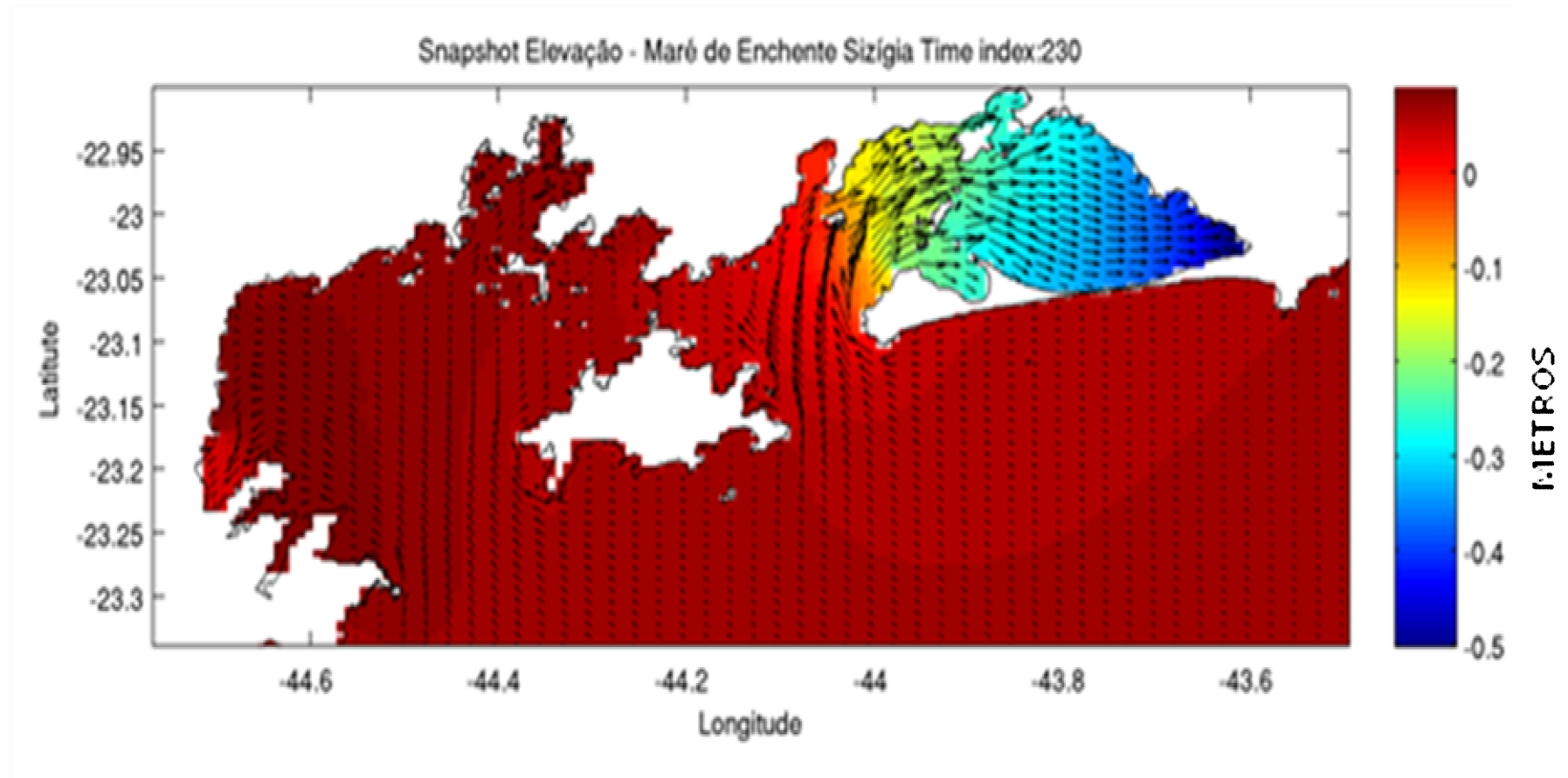


Figura 5.1-315 – Elevação e direção das correntes de maré de superfície para uma maré de sizígia no período de enchente. Em vermelho estão os níveis mais altos e em azul os mais baixos. A unidade de medidas é metro (m).



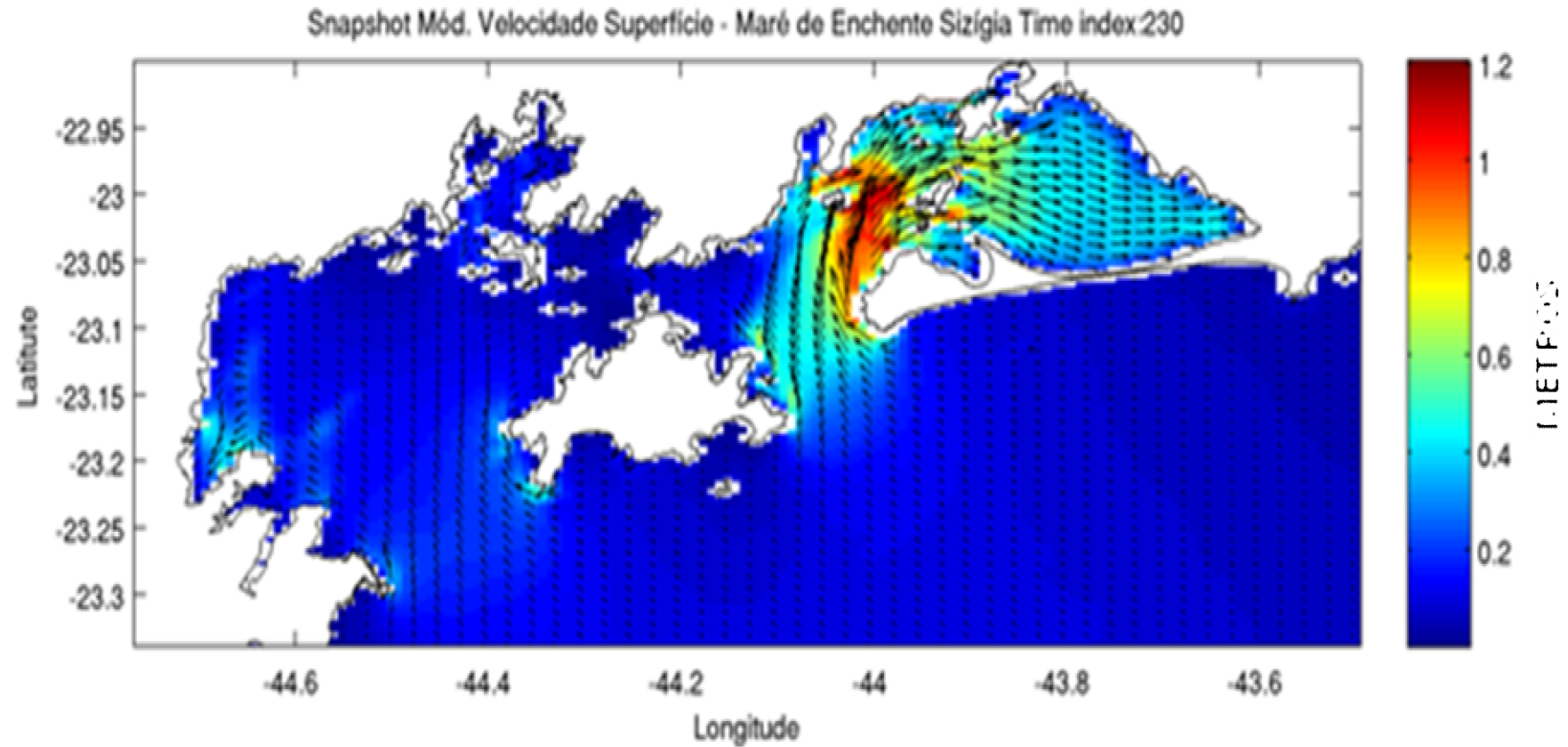


Figura 5.1-316 – Intensidade e direção das correntes de maré de superfície para uma maré de sizígia no período de enchente. Em vermelho estão as correntes mais fortes e em azul as mais fracas. A unidade de medidas é metro por segundo (m/s)..

A Figura 5.1-317e a Figura 5.1-318 apresentam os campos de elevação e velocidade de superfície, entretanto para períodos de vazante. As velocidades novamente são mais intensas na área do canal da Baía de Sepetiba e próximo a Marambaia. Em ambos os casos (enchente e vazante), é possível observar que as maiores velocidades ocorrem na metade oeste da Baía de Sepetiba, enquanto que no interior da baía (leste) as velocidades são consideravelmente menores( em torno de 0.2m/s).

Da Figura 5.1-319 à Figura 5.1-322 apresentam os campos para o caso de maré de quadratura, para regimes de enchente e vazante. É clara a diferença entre os campos de quadratura e sizígia, principalmente, nas velocidades 0.7m/s e 0.5m/s para enchente e vazante, respectivamente, além das amplitudes da elevação.

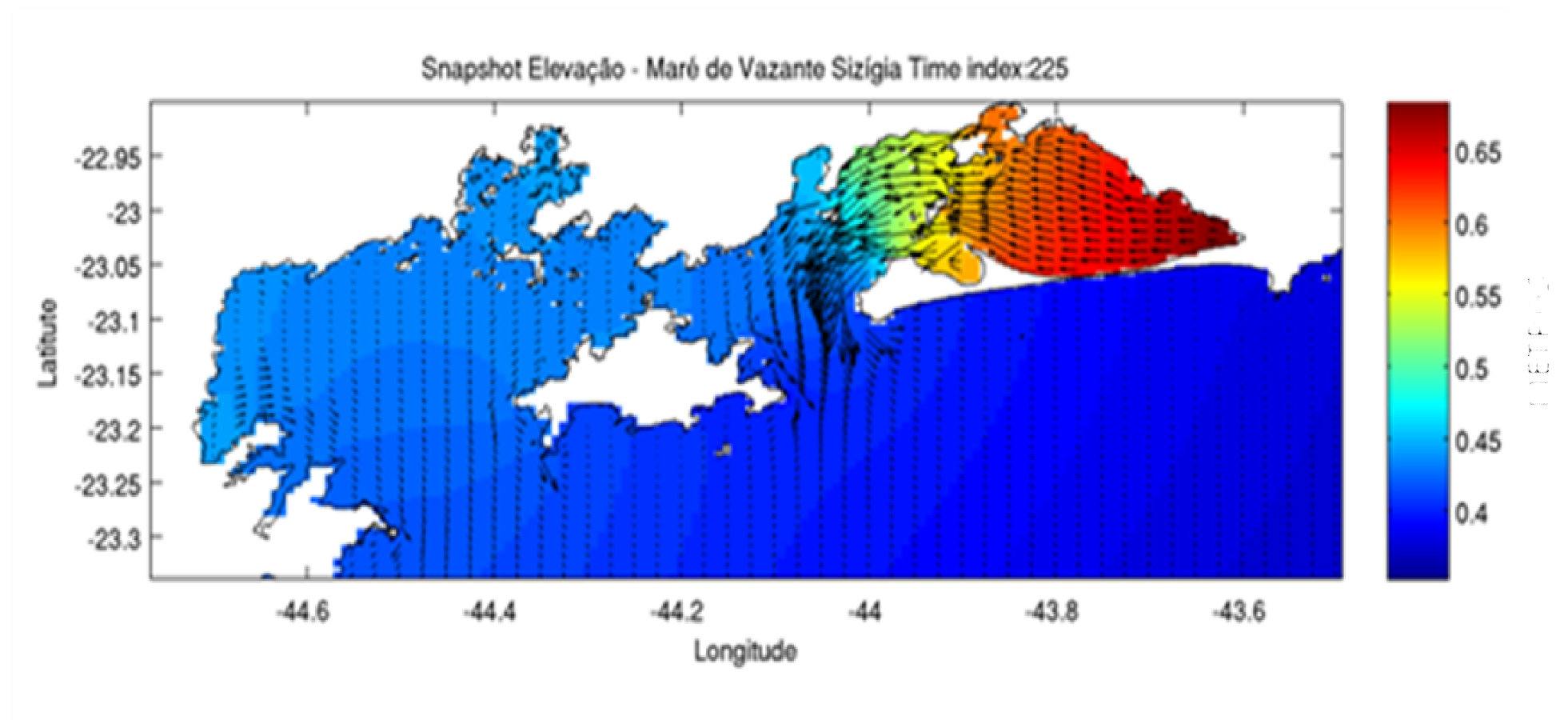


Figura 5.1-317 – Elevação e direção das correntes de maré de superfície para uma maré de sizígia no período de vazante. Em vermelho estão os níveis mais altos e em azul os mais baixos. A unidade de medidas é metro (m).

Snapshot Mód. Velocidade Superfície - Maré de Vazante Sizígia Time index:225

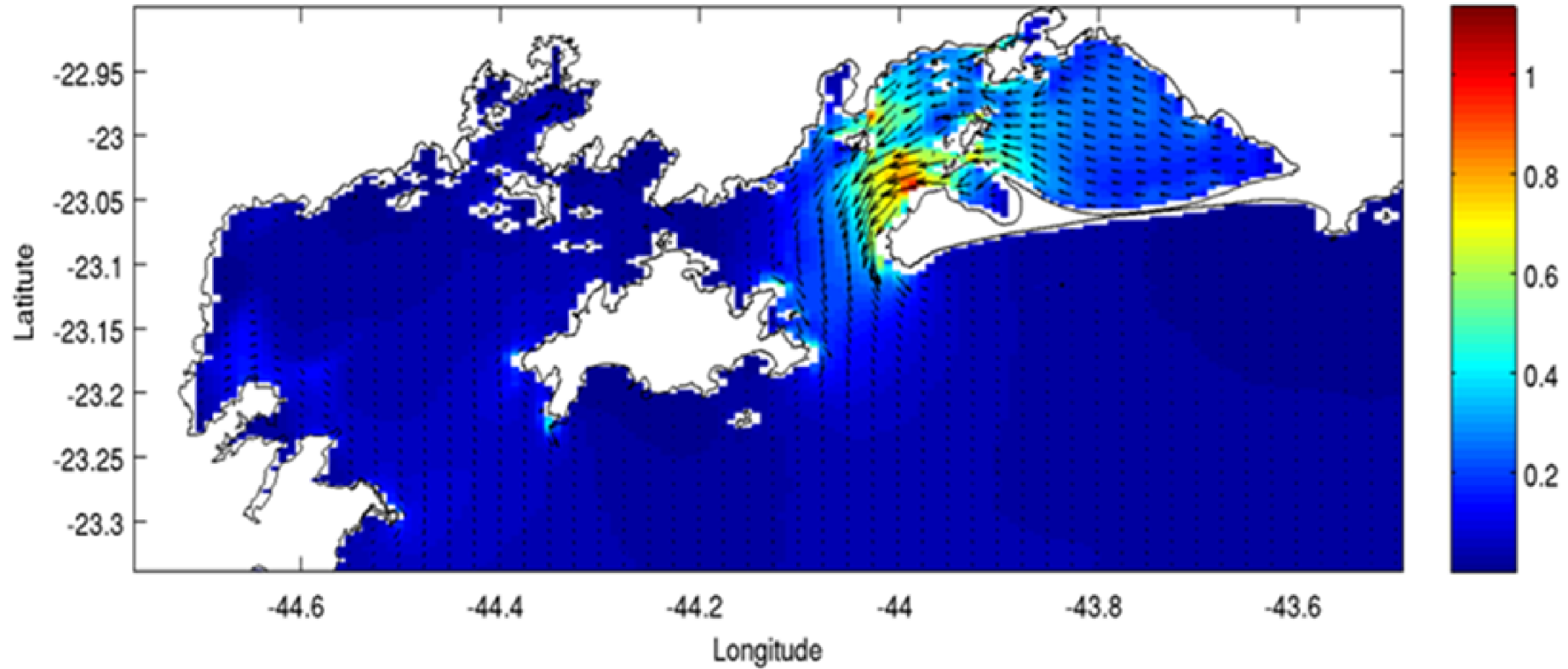


Figura 5.1-318– Intensidade e direção das correntes de maré de superfície para uma maré de sizígia no período de vazante. Em vermelho estão as correntes mais fortes e em azul as mais fracas. A unidade de medidas é metro por segundo (m/s).

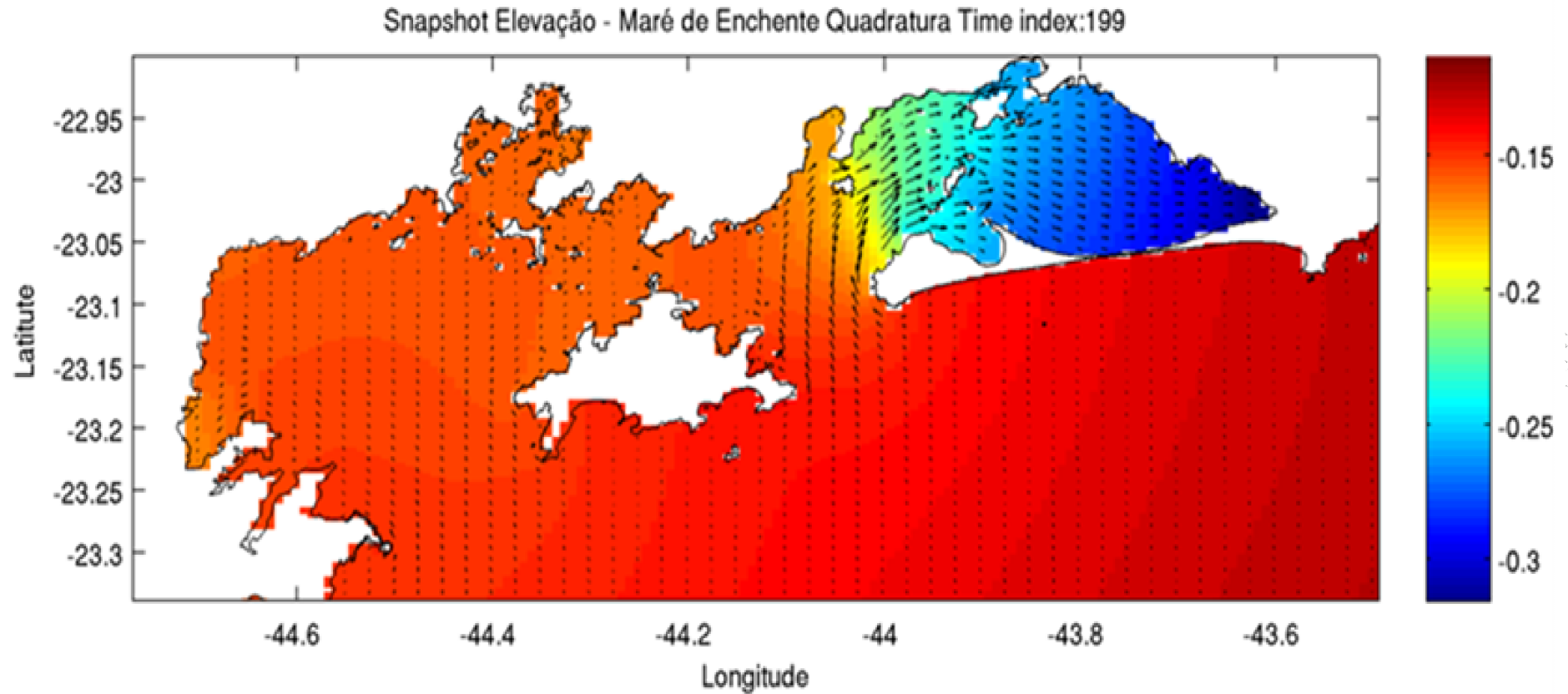


Figura 5.1-319 – Elevação e direção das correntes de maré de superfície para uma maré de quadratura no período de enchente. Em vermelho estão os níveis mais altos e em azul os mais baixos. A unidade de medidas é metro (m).

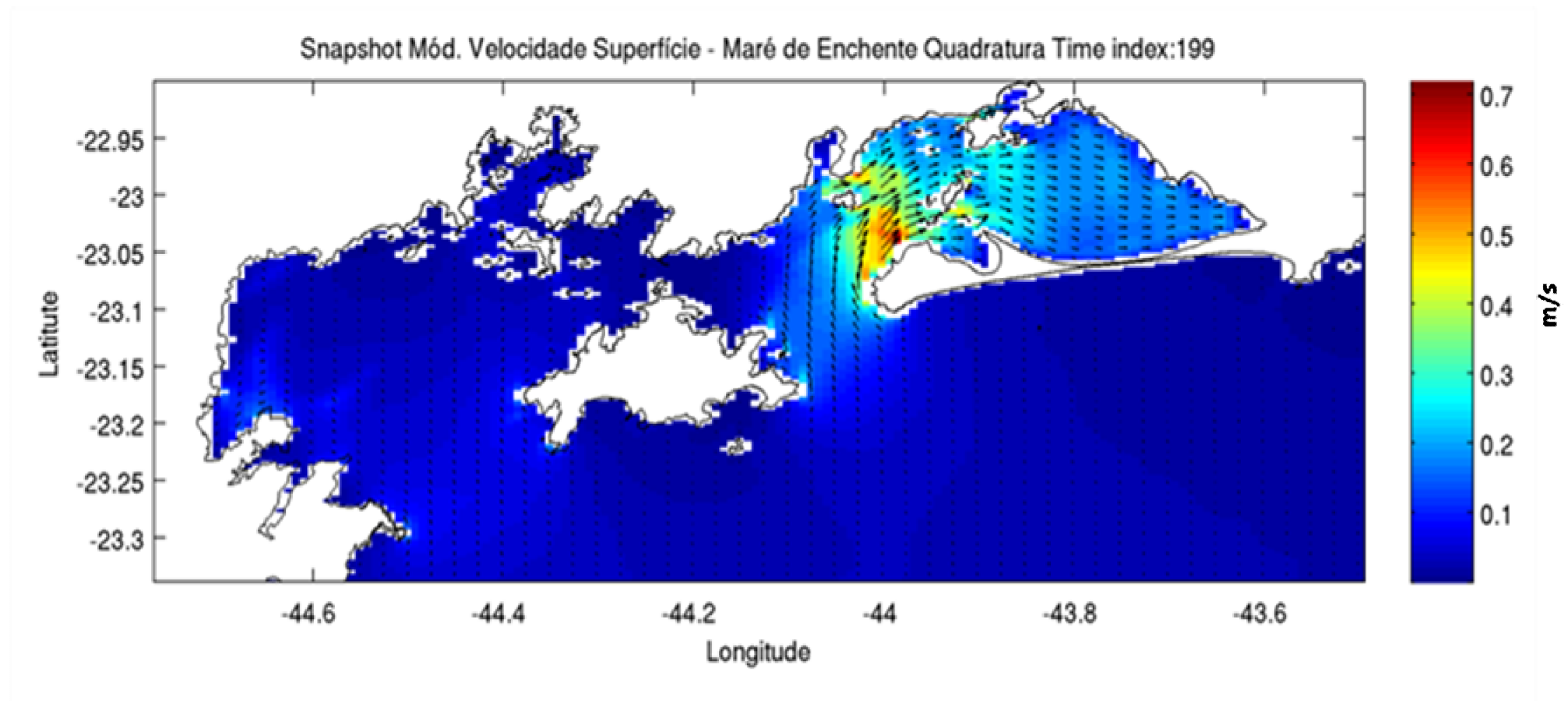


Figura 5.1-320 – Intensidade e direção das correntes de maré de superfície para uma maré de quadratura no período de enchente. Em vermelho estão as correntes mais fortes e em azul as mais fracas. A unidade de medidas é metro por segundo (m/s).



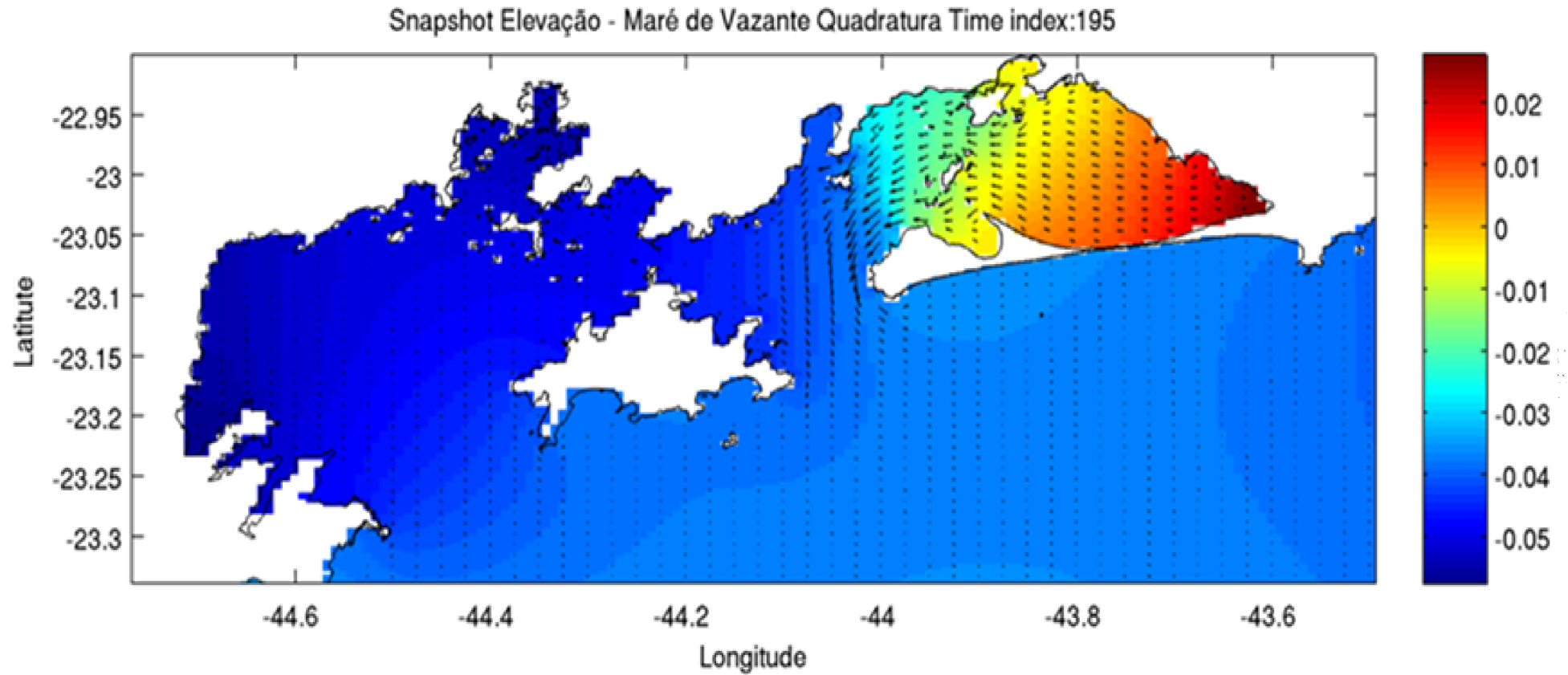


Figura 5.1-321 – Elevação e direção das correntes de maré de superfície para uma maré de quadratura no período de vazante. Em vermelho estão os níveis mais altos e em azul os mais baixos. A unidade de medidas é metro (m).

Snapshot Mód. Velocidade Superfície - Maré de Vazante Quadratura Time index:195

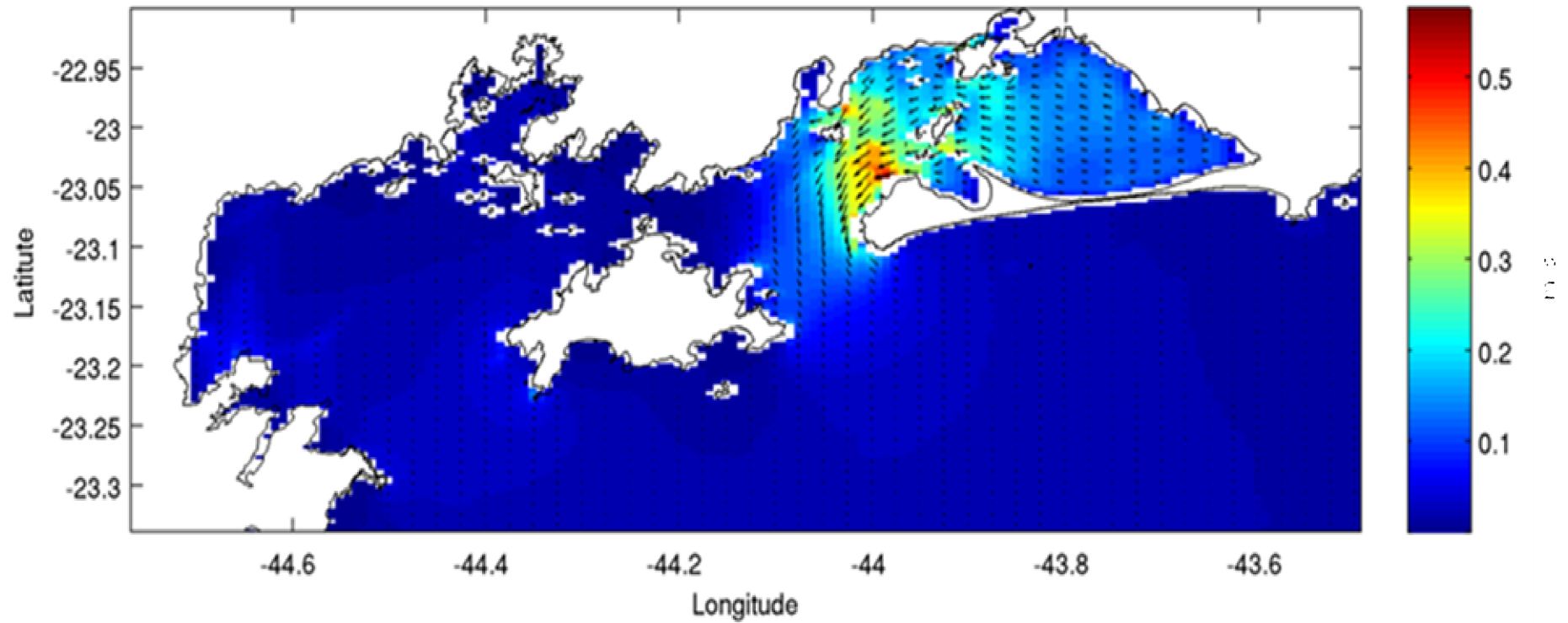
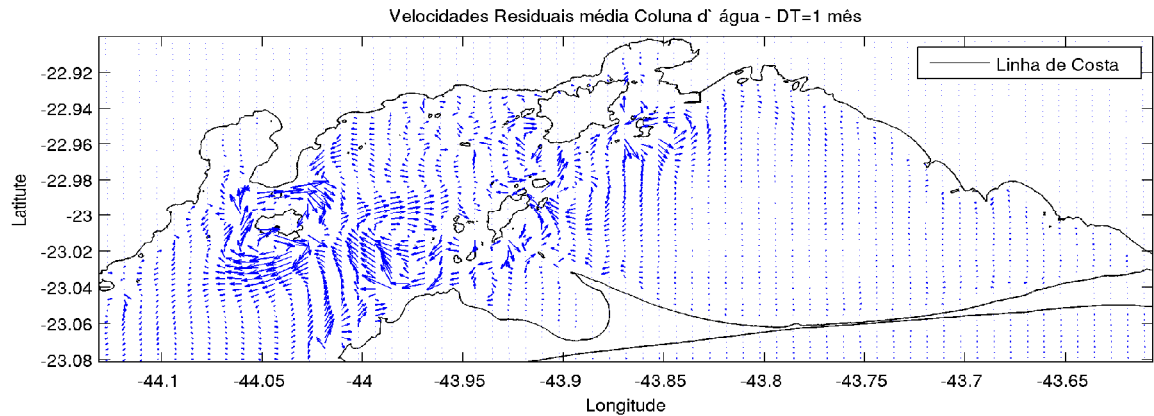


Figura 5.1-322 – Intensidade e direção das correntes de maré de superfície para uma maré de quadratura no período de vazante. Em vermelho estão as correntes mais fortes e em azul as mais fracas. A unidade de medidas é metro por segundo (m/s).

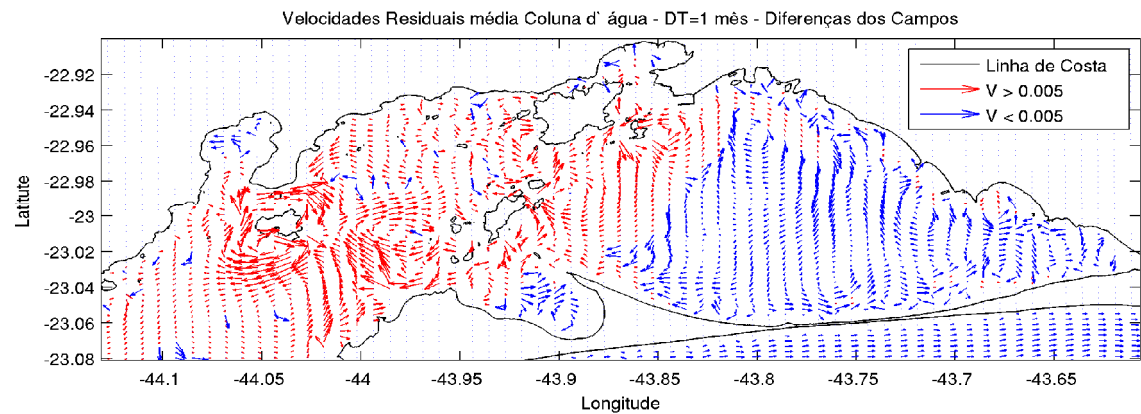
Além dos campos instantâneos apresentados na figuras acima, foram mapeadas as velocidades residuais médias (média vertical da coluna d'água) para a região da Baía de Sepetiba, com intervalos de duas horas para um período aproximado de um mês, de forma a englobar os ciclo de quadratura e sizígia. Essas correntes residuais são apresentadas na Figura 5.1-323, onde se observa duas zonas distintas, uma próxima à região do canal, Ilha Guaíba a oeste, e uma zona de baixas velocidades no interior da baía. Logo na região oeste da Baía de Sepetiba a intensificação das velocidades instantâneas e residuais é maior (Figura 5.1-324). A região entre a Ilha de Itacuruçá e a Ilha Jaguanum também possui velocidades mais elevadas, devido principalmente ao canal presente e à estrangulação do fluxo, além da área entre a Ilha de Jaguanum e a Ponta da Pompeba. Essas duas áreas são as principais entradas e saídas das águas mais interiores da baía. Os campos também indicam uma entrada residual de água pelo canal entre Itacuruçá e Jaguanum, e que essa entrada segue pela extremidade sul da Ilha dos Martins até próximo ao Porto de Itaguaí. A saída de água encontra-se ao sul, próximo às Pontas da Pompeba e da Marambaia.

Alguns padrões também são claros com relação à circulação ciclônica ou anticiclônica em certas regiões. Observa-se um giro ciclônico entre as Ilhas Guaíba e Jaguanum, além de giros anticiclônicos na Ilha Guaíba e ao redor da Ilha dos Martins (Itaguaí) (Figura 5.1-324 e a Figura 5.1-325). As correntes residuais mais intensas são apresentadas em vermelho (algumas circulações ciclônicas que ocorrem próximo a Sepetiba e Piracão) e as correntes mais fracas são apresentadas em azul.

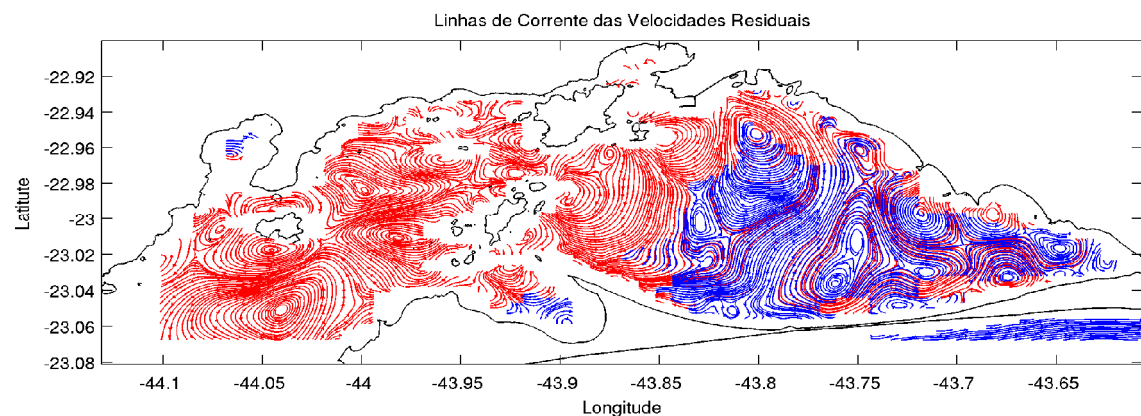
A circulação residual representada na Figura 5.1-324 mostra uma circulação de entrada predominante pelo norte, que se desloca em direção à desembocadura do Rio Guandu, com um desvio para o centro da baía, e se dividindo novamente na restinga, deslocando um lobo da corrente para leste e para oeste. O lobo para oeste segue em direção à Ponta da Pompeba e a sair a parte mais ao sul. O lobo do lado leste recircula em células fracas próximo a Sepetiba e Guaratiba, com componente próximo à costa para o noroeste. Na Figura 5.1-325 é possível observar também um grande giro ciclônico ao lado abaixo do Rio Guandu. Outro giro ciclônico é observado também ao lado da Ilha de Jaguanum, que intensifica à medida que se aproxima da Ponta da Pompeba. O mesmo padrão de intensificação da corrente é observado no lobo central, que intensifica as correntes próximas ao Pontal, entretanto com velocidades menores. A forma dessa circulação se assemelha a um oito, desenhado ao longo da extensão da baía com o lobo central como o centro.



**Figura 5.1-323 – Circulação residual calculada como a média mensal das velocidades barotrópicas (médias da coluna d'água).**



**Figura 5.1-324 – Máximos e Mínimos da circulação residual. Em vermelho são apresentados os vetores de corrente máximos e em azul os mínimos.**



**Figura 5.1-325 – Linhas de correntes da circulação residual da Baía de Sepetiba. Em vermelho são apresentados os valores os valores máximos e em azul os mínimos.**

No geral, os experimentos de maré foram satisfatórios, evidenciando fatos já detectados na literatura, como o comportamento distinto entre as Baías de Ilha Grande e de Sepetiba, a intensificação e a diferença de fase da onda de maré na região da Baía de Sepetiba. As velocidades de sizígia e quadratura também apresentaram coerência com dados históricos presentes na literatura, além do padrão de circulação e fenômenos de intensificação nos canais e na região a oeste da Baía de Sepetiba. A circulação residual também apresentou coerência com alguns fatos observados na literatura.

Além disso, foi possível observar giros ciclônicos e anticiclônicos na região, principalmente próximos às ilhas, o que já era esperado. Foi interessante notar um giro ciclônico próximo ao canal entre as Ilhas Guaíba e Jaguanum, que provavelmente está relacionado à entrada de água por um padrão de entrada de água pelo norte e saída pelo sul nesta região. O modelo conseguiu representar o sinal de maré na região, gerando campos coerentes de elevação, velocidades e resíduos.

#### *5.1.9.1.3.1.2 Calibração do modelo*

Com o propósito de calibrar o modelo numérico, os resultados obtidos pelo modelo foram comparados com dados do Catálogo de Estações Maregráficas Brasileiras (FEMAR, 2000). Realizou-se uma análise harmônica dos resultados do modelo para determinar as 11 constituintes de maré mais importantes. As fases e amplitudes das constituintes foram determinadas a partir do sinal de elevação obtido na estação de Piracão. A série analisada foi então reconstruída a partir dos resultados da análise harmônica e comparada com os dados oferecidos pelo Catálogo de Estações Maregráficas Brasileiras.

**Na Figura  
5.1-326**

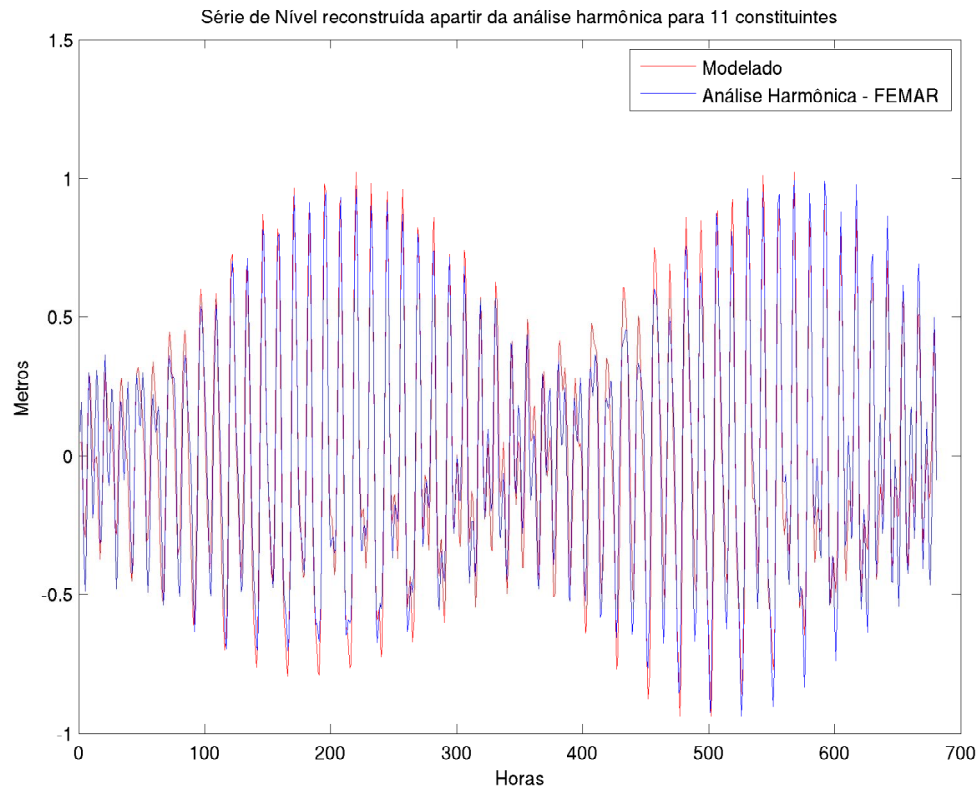
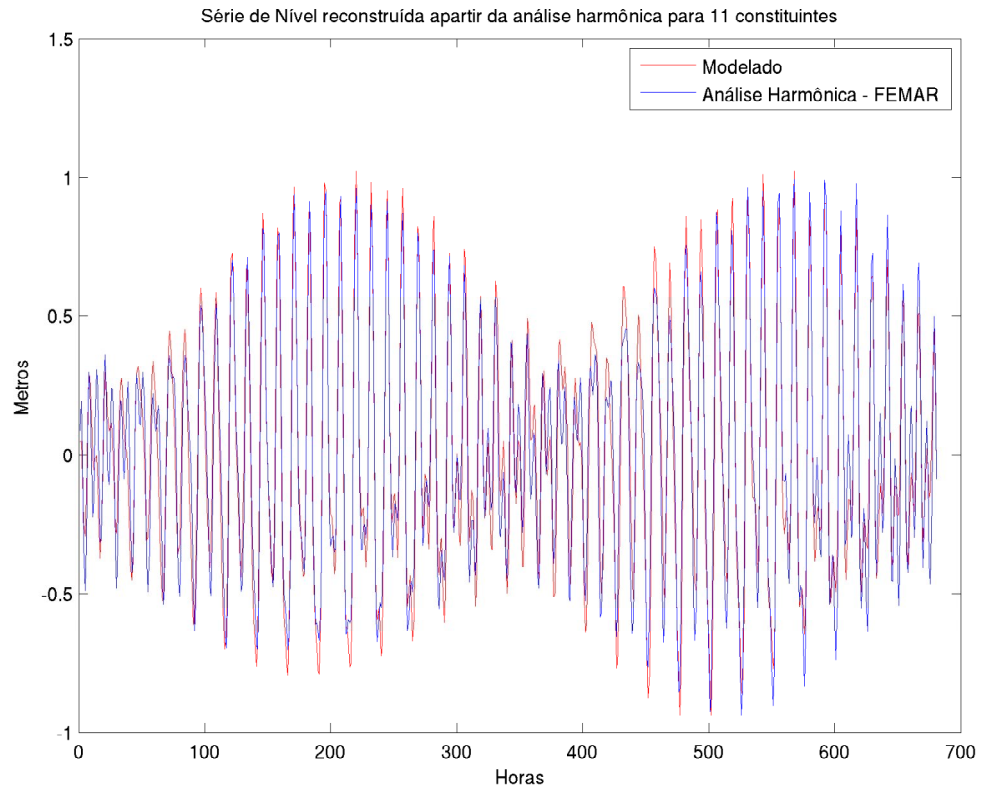


Figura 5.1-326 apresentamos as séries de elevação do modelo e do catálogo da FEMAR e na Tabela 5.1-36 são apresentadas as diferenças médias de amplitude entre os dados do modelo e das observações da FEMAR. Observa-se claramente que a série modelada possui, na média, uma amplitude ligeiramente maior do que a série do catálogo. Os períodos de quadratura apresentam os maiores erros (em torno de 0.08m), enquanto que os de sizígia os menores (0.04m). No geral os resultados do modelo são bastante coerentes com as observações da FEMAR. As maiores diferenças isoladas entre os espectros modelados e reconstruídos a partir dos dados da FEMAR foram nas componentes K2 e S2. O cálculo da diferença na Tabela 1 foi feito de maneira que os valores da FEMAR foram diminuídos dos valores do modelo, de forma que valores negativos significam que a amplitude calculada pelo modelo estava abaixo daquela observada pela FEMAR. Os resultados são interessantes devido à grande diferença nas fontes desses dados. No geral, pode-se concluir que o modelo TPXO.07, que forneceu os dados de maré ao ROMS, consegue representar bem as principais componentes que atuam na região, devido principalmente aos dados da FEMAR serem bastante semelhantes aos dados simulados. Logo, os dados do Catálogo, do Modelo de Maré Global e do ROMS estão coerentes. A representação



das componentes de maré de águas rasas também foi realizada pelo modelo, graças às oscilações de frequências mais altas presentes no espectro.



**Figura 5.1-326 - Comparação entre as elevações de nível modeladas pelo ROMS e observadas na Ponta Piracão, na Baía de Sepetiba**

**Tabela 5.1-36 -Diferença em metros entre as amplitudes das constituintes de maré modeladas e as observadas pela FEMAR (Modelo - FEMAR)**

| Constituinte | Diferença em metros |
|--------------|---------------------|
| K1           | 0.01                |
| K2           | 0.04                |
| M2           | 0.03                |
| M4           | -0.02               |
| Mn4          | -0.03               |
| Ms4          | -0.02               |
| N2           | 0.02                |
| O1           | 0.01                |
| P1           | .0.003              |

| Constituinte | Diferença em metros |
|--------------|---------------------|
| Q1           | .0.004              |
| S2           | .0.051              |

#### 5.1.9.1.3.1.3 Experimentos com maré e vento

Os experimentos aqui apresentados foram realizados para o mesmo período dos experimentos apresentados na 5.1.9.1.3.1.1, porém, agora estamos considerando o vento simultaneamente à maré astronômica. Da Figura 5.1-327 à Figura 5.1-329 são apresentados diferentes instantes do campo de elevação para casos de vento sul, leste e noroeste. Em todas as imagens, é clara a influência do vento nas correntes superficiais. É possível observar também o efeito do vento na formação de uma corrente costeira (Figura 5.1-329). É possível notar que o vento atua na elevação de maneira bem menos intensa do que a maré na região de estudo, com diferenças somente notadas em algumas áreas mais rasas (Parati – Figura 5.1-327). Em toda a área de estudo o sinal do vento na elevação é totalmente mascarado pelo efeito da maré.

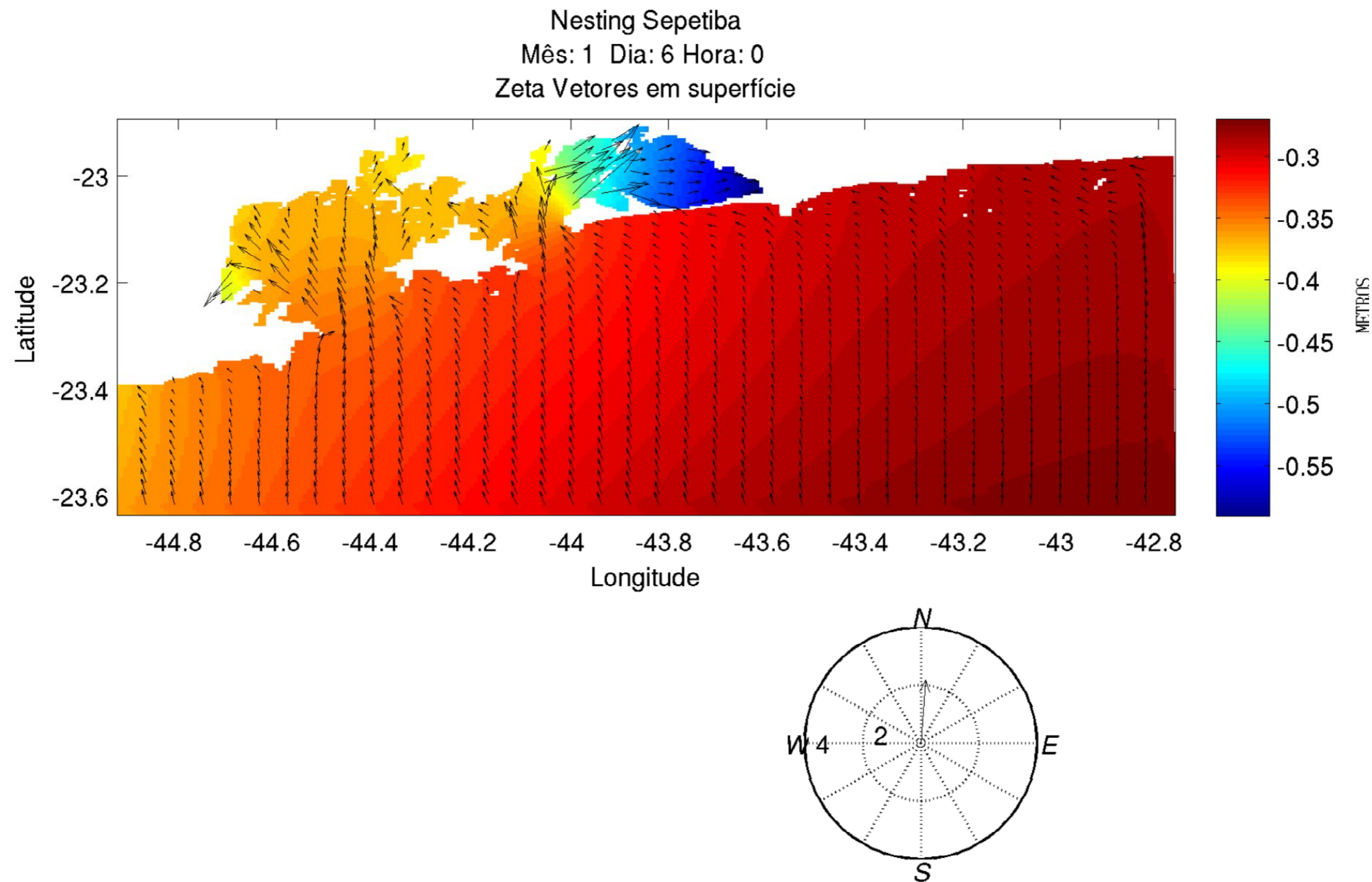


Figura 5.1-327 - Elevação da superfície do mar e vetores de corrente em situação de vento vindo de sul. As maiores elevações estão em cor vermelha e as menores em azul.

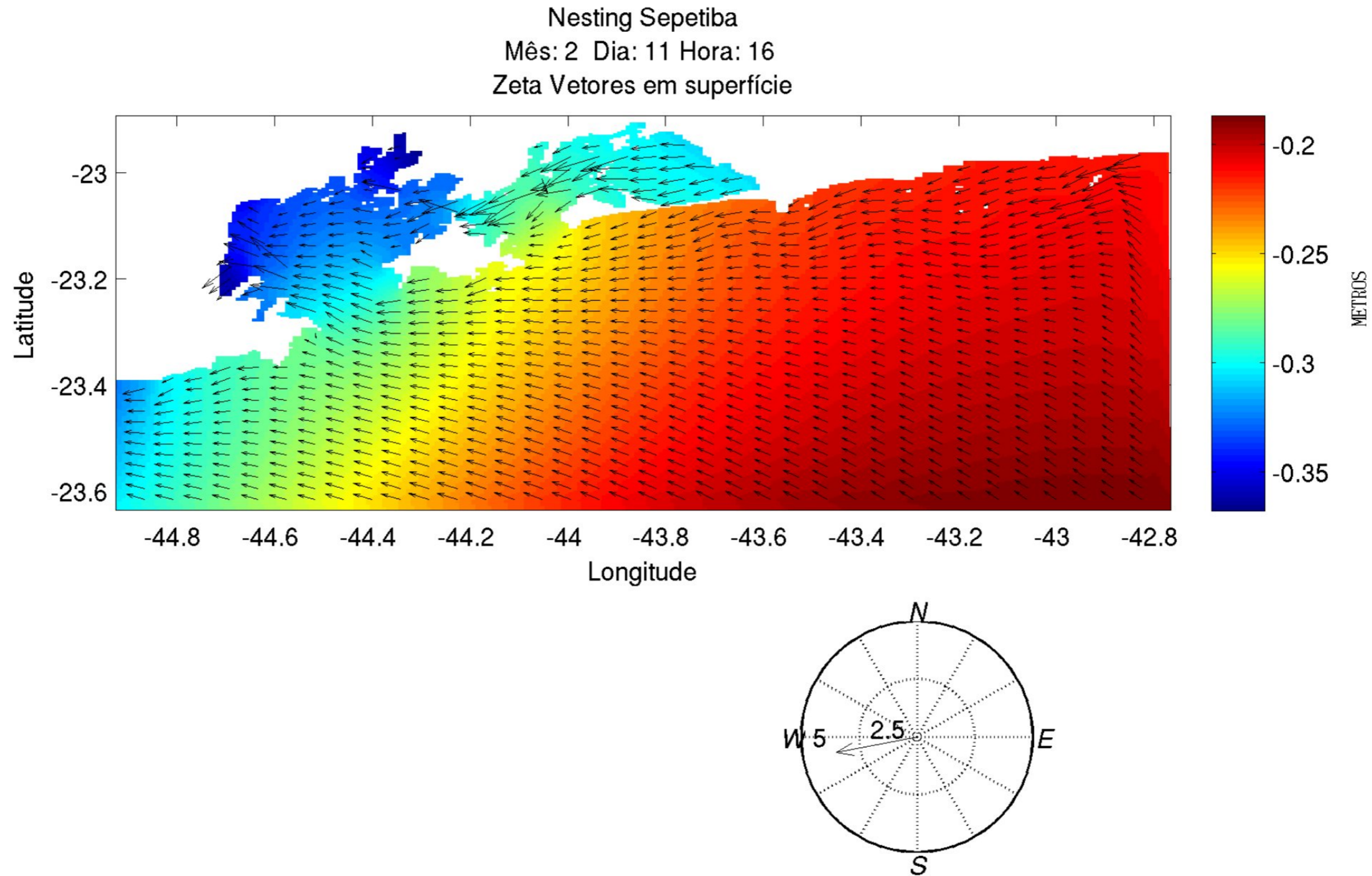


Figura 5.1-328 - Elevação da superfície do mar e vetores de corrente em situação de vento vindo de leste. As maiores elevações estão em cor vermelha e as menores em azul.



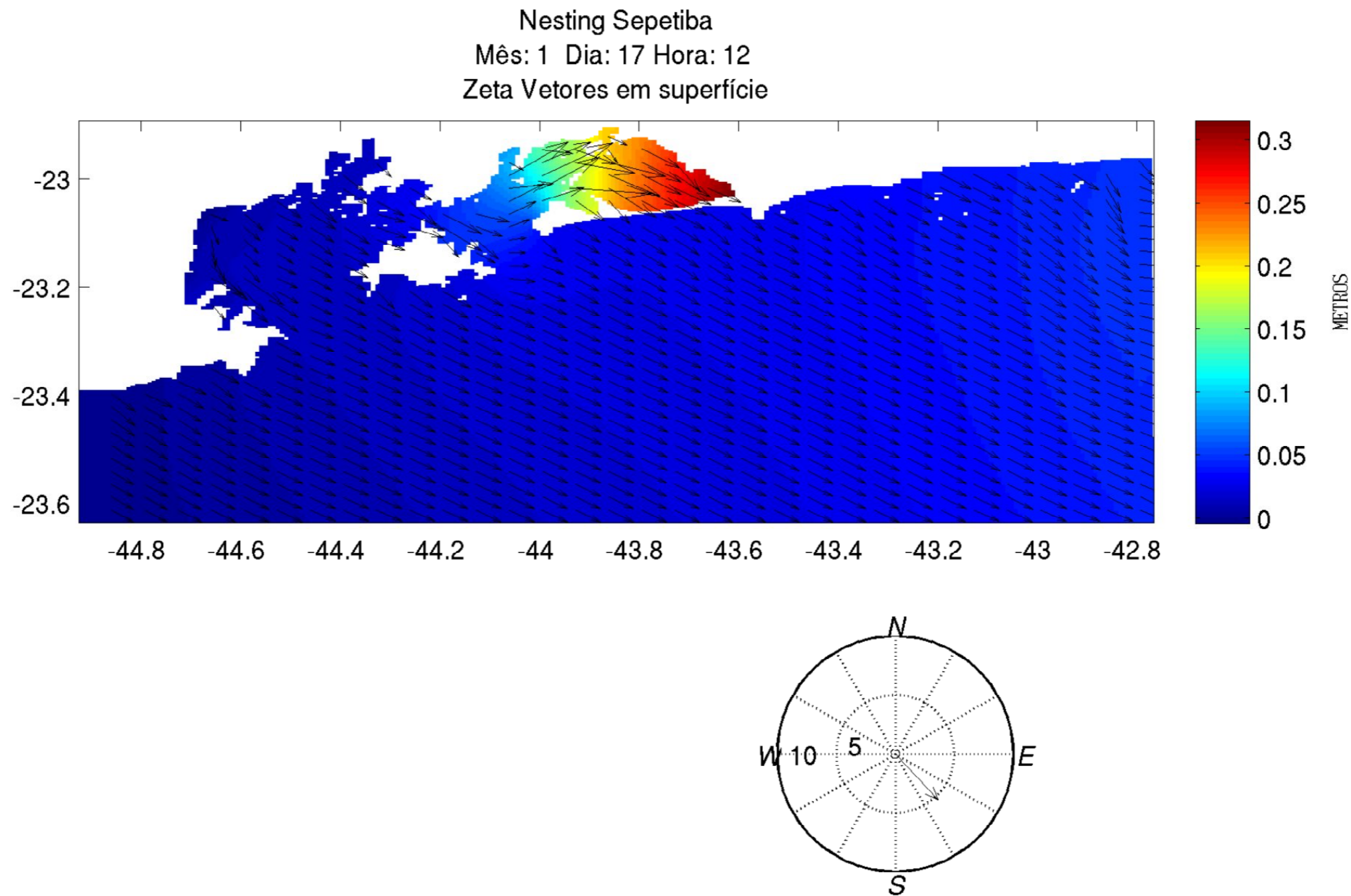
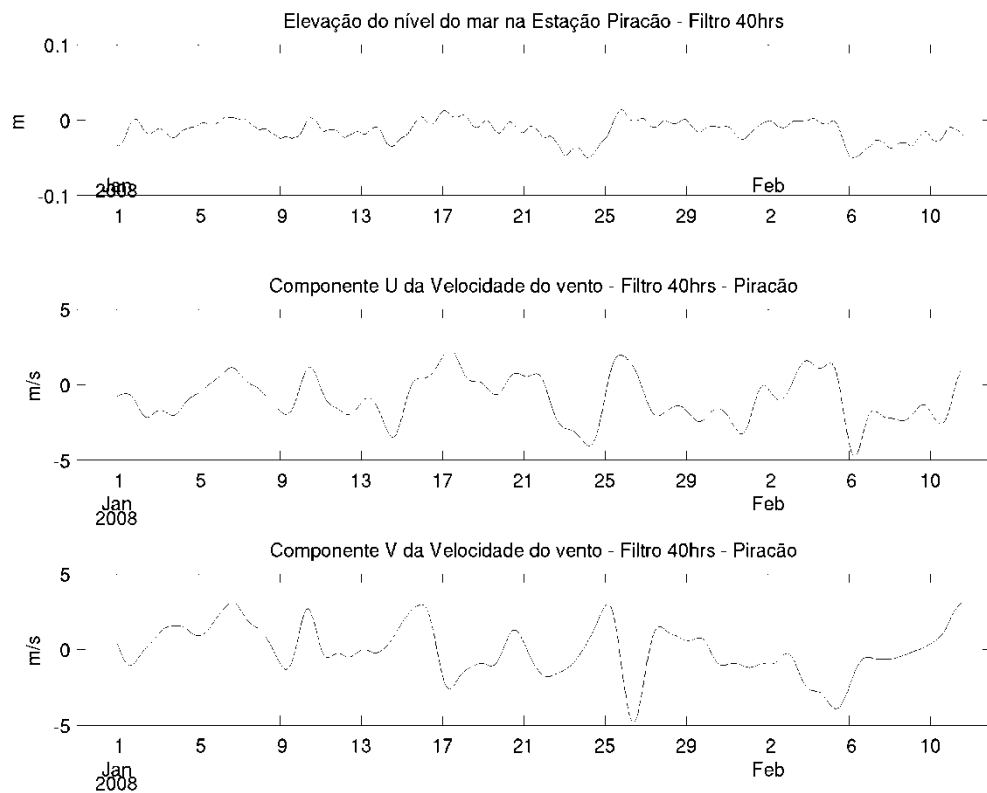


Figura 5.1-329 - Elevação da superfície do mar e vetores de corrente em situação de vento vindo de noroeste. As maiores elevações estão em cor vermelha e as menores em azul.

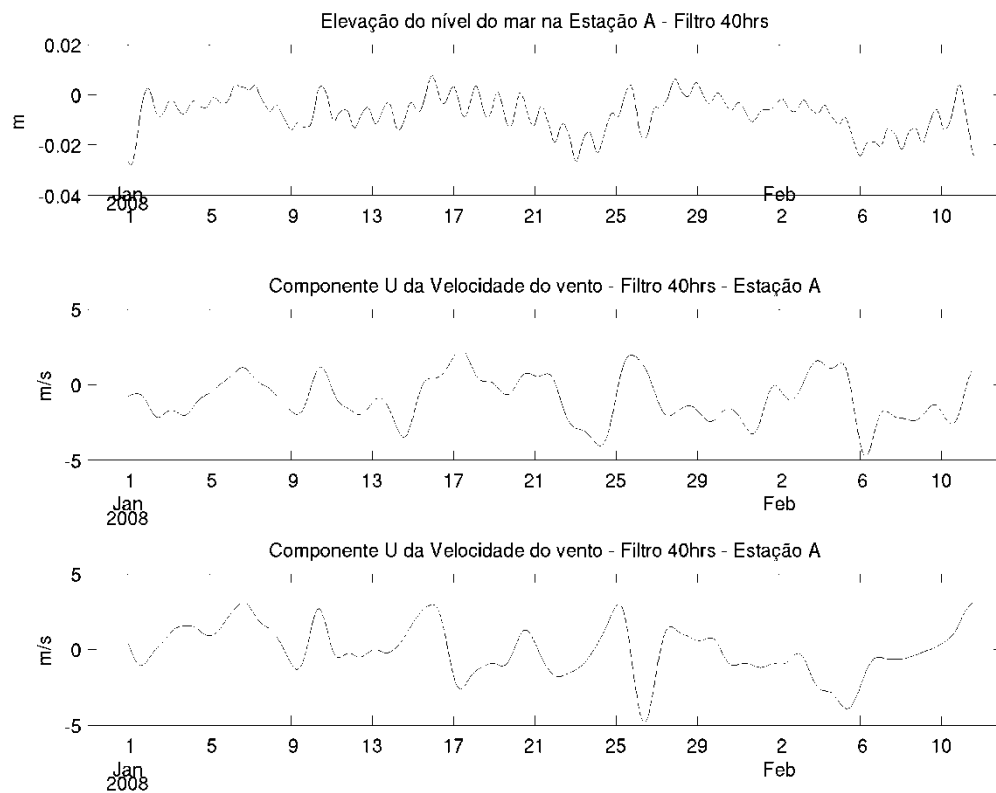
Dado que as oscilações de nível causadas pela maré são bem maiores que aquelas causadas pelo vento, as séries de nível foram filtradas para remover as oscilações com frequência supra-tidal e assim poder observar os efeitos da oscilação do vento na área da Baía de Sepetiba. Foram escolhidas duas estações: a estação de Piracão, já identificada anteriormente, e uma nova estação “A”, próxima ao local do empreendimento, mais precisamente na Ponta Guaia (Ilha da Madeira). Os valores de nível do mar para essas estações foram filtrados com uma janela de 40 horas a partir de um filtro tipo Lanczos. Os resultados obtidos para cada estação constam na Figura 5.1-330 e na Figura 5.1-331, onde são apresentados resultados dos meses de janeiro e fevereiro.

As séries de elevação filtradas mostram máximos e mínimos menores que 0.1m. As oscilações na estação de Piracão são visualmente mais coerentes com a componente Zonal (U) do vento (Figura 5.1-331), com destaque para as oscilações entre 21 e 27 de janeiro e 4 e 8 de fevereiro. Na estação A (Ponta Guaia), o sinal também possuiu oscilação associada a componente Zonal, entretanto com máximos de oscilações menores.





**Figura 5.1-330 - Séries temporais de elevação da superfície do mar da estação Piracão (painel superior), componente leste-oeste do vento (painel do meio) e componente norte-sul (painel inferior).**



**Figura 5.1-331 - Séries temporais de elevação da superfície do mar da estação localizada próximo ao empreendimento (painel superior), componente leste-oeste do vento (painel do meio) e componente norte-sul (painel inferior).**

Os valores de velocidade sofreram também uma modificação associada à forçante vento, como mostram a Figura 5.1-332 e a Figura 5.1-333 para ventos de leste e sul. As diferenças são mais claras no período de quadratura, onde o sinal na corrente gerado pela maré é menos intenso. Foi escolhido um período próximo ao de quadratura para imagens instantâneas do módulo da velocidade (Figura 5.1-332 e a Figura 5.1-333). Pode-se observar que as correntes em superfície no canal próximo à Ilha Grande central foram intensificadas, assim como no canal da Baía de Sepetiba (Figura 5.1-332). As correntes costeiras também são intensificadas pelo vento (Figura 5.1-333).

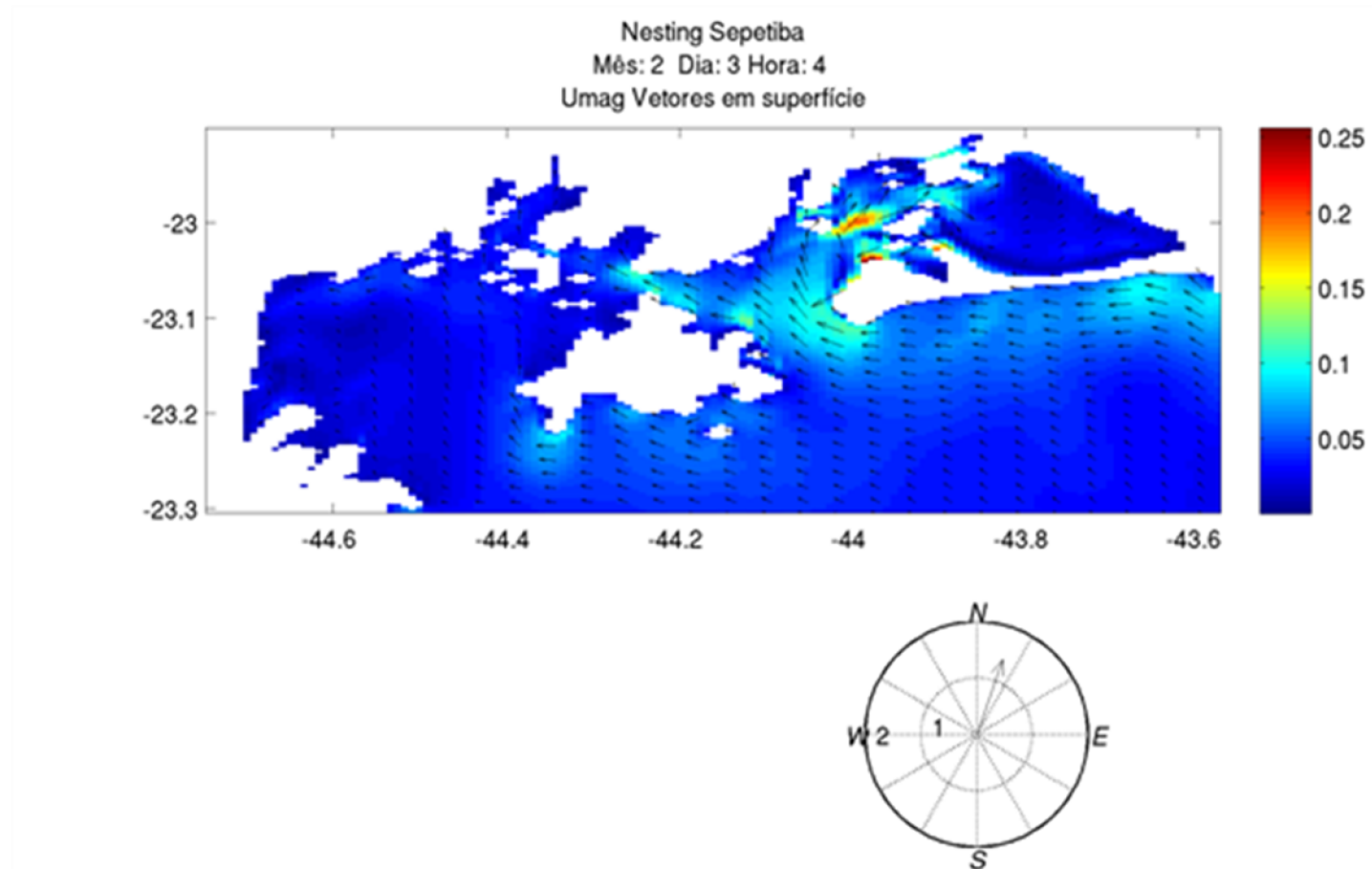


Figura 5.1-332 - Correntes de superfície em situação de vento vindo de sul.

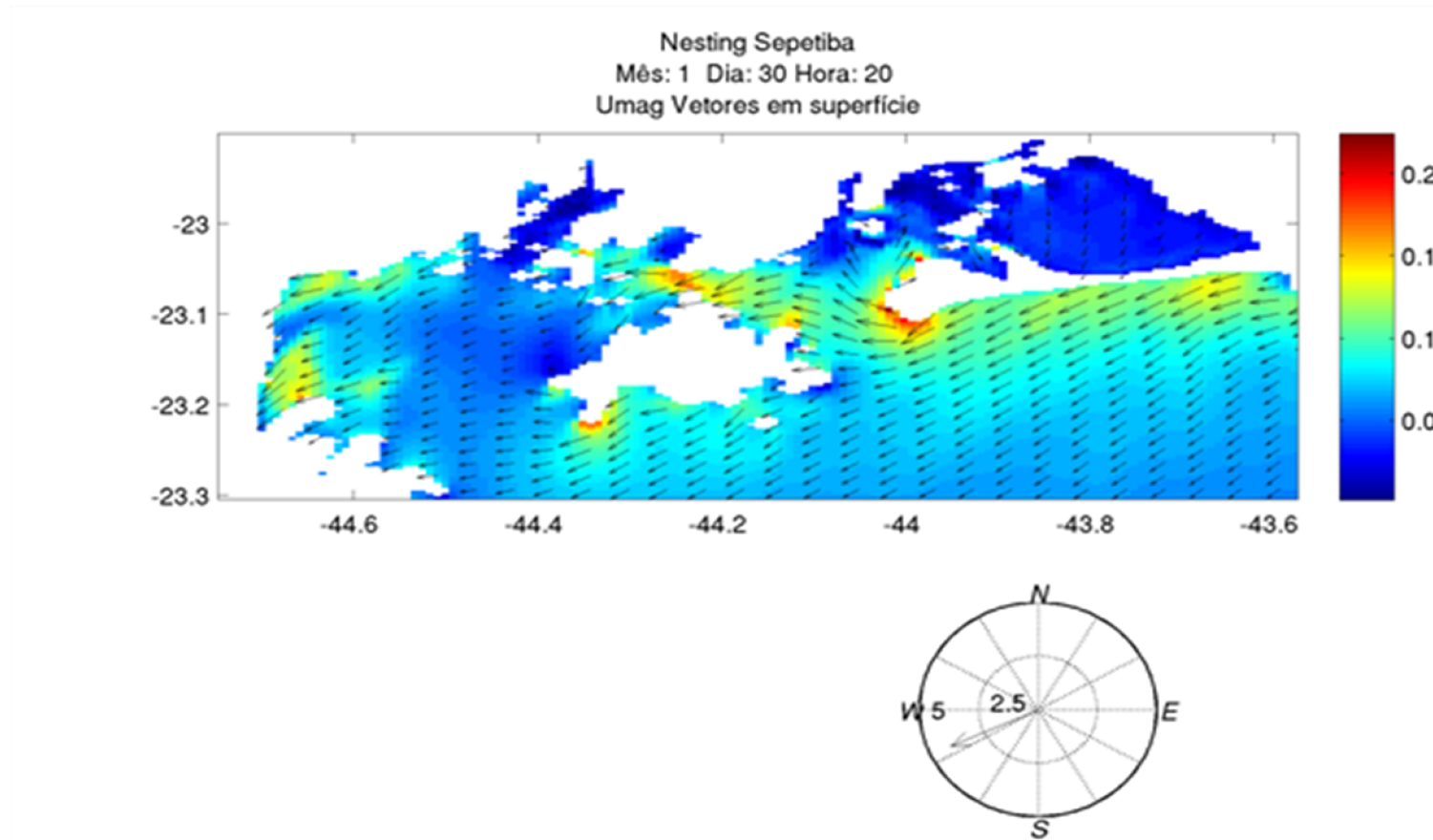


Figura 5.1-333 - Correntes de superfície em situação de vento vindo de leste.

O efeito do vento no sistema altera bastante o comportamento da circulação no sistema, intensificando as correntes nos canais e nas áreas onde as correntes de maré são menos atuantes (Canal Central, áreas rasas das baías), o que altera o padrão de circulação em geral. É importante citar novamente que o vento foi considerado homogêneo no espaço, e que o sinal de brisa na área e o efeito topográfico da região não podem ser representados por um vento pontual (Estação Marambaia).

#### 5.1.9.1.3.2 Experimentos na malha menor

Nos experimentos conduzidos na malha menor (malha de alta resolução) foram considerados três cenários. O primeiro cenário, dito cenário controle, não considera o empreendimento. O experimento realizado para esse cenário tem por objetivo entender como é a circulação do local antes que o empreendimento seja introduzido. Como o empreendimento da Marinha será realizado nas proximidades de outro empreendimento de vulto, o Porto da LLX, é de suma importância que se entenda o impacto causado por essas duas obras em conjunto. Por isso, os cenários II e III consideram, respectivamente, o empreendimento da Marinha e ambos os empreendimentos, respectivamente. Os cenários são resumidos na Tabela 5.1-37.

**Tabela 5.1-37 - Cenários**

| Cenário | Empreendimento considerado |
|---------|----------------------------|
| I       | nenhum                     |
| II      | Porto da Marinha           |
| III     | ambos os portos            |

##### 5.1.9.1.3.2.1 Cenário I – Controle

Os resultados apresentados a seguir foram obtidos no experimento que não considera nenhum dos empreendimentos e têm por objetivo entender como é a circulação do local antes dos empreendimentos serem realizados. Na apresentação dos resultados foram mapeadas as correntes de superfície em diferentes situações (Figura 5.1-334 à Figura 5.1-336). Como as correntes de maré são as correntes mais intensas dentro da Baía de Sepetiba, escolheu-se apresentar as correntes em situação de maré enchente, maré vazante e também as correntes promediadas durante vários ciclos de maré, para que se pudesse entender as correntes residuais.



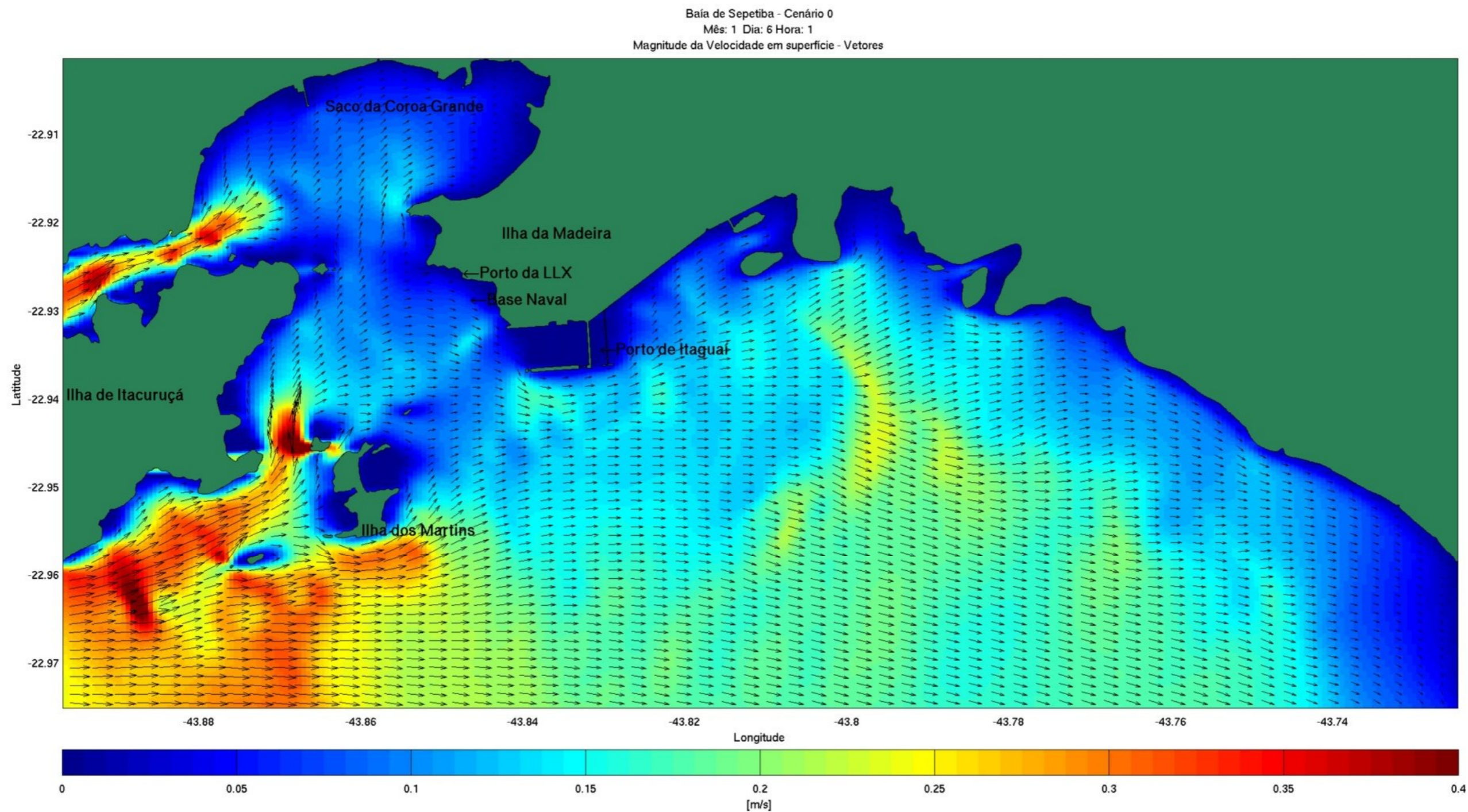


Figura 5.1-334 - Intensidade e Direção das Correntes de Superfície em situação de Maré Enchente. As cores representam a intensidade da corrente (em vermelho as correntes mais fortes), e os vetores representam a direção.



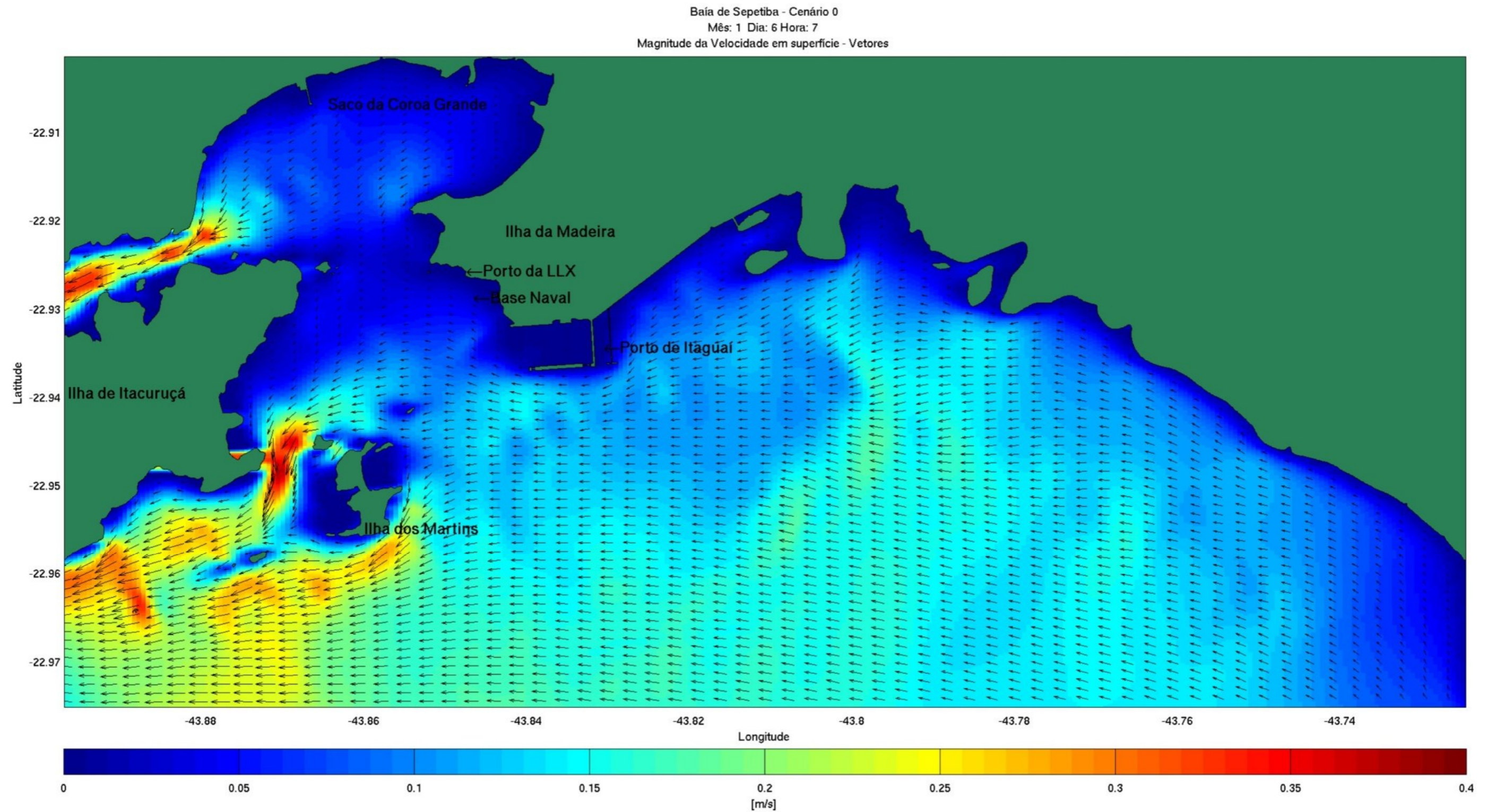


Figura 5.1-335 - Intensidade e Direção das Correntes de Superfície em situação de Maré Vazante. As cores representam a intensidade da corrente (em vermelho as correntes mais fortes), e os vetores representam a direção.



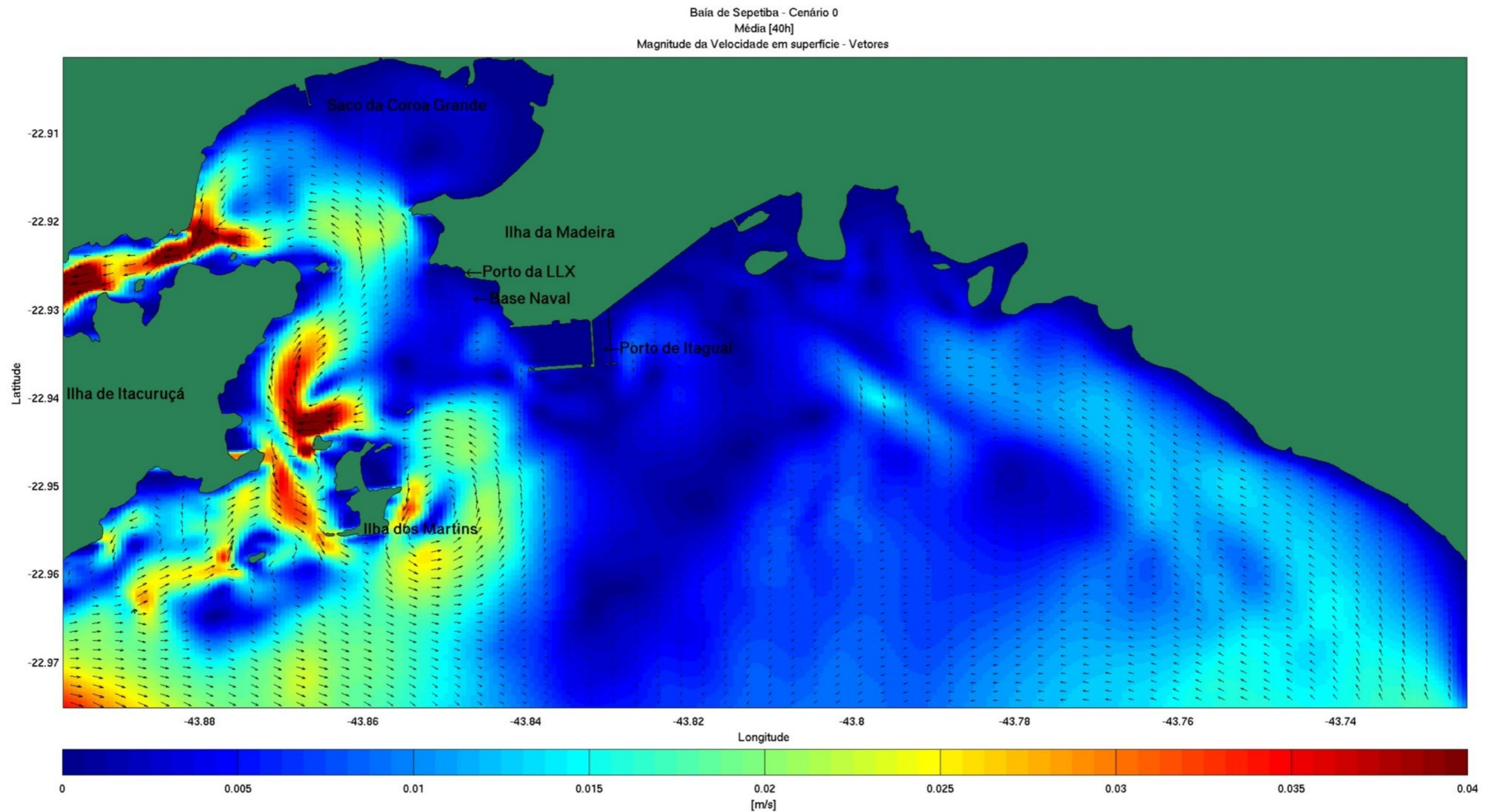


Figura 5.1-336 - Intensidade e Direção das Correntes de Superfície Médias, representando as correntes residuais de vários ciclos de maré. As cores representam a intensidade da corrente (em vermelho as correntes mais fortes), e os vetores representam a direção.

#### *5.1.9.1.3.2.2 Cenário II – Com o Estaleiro e a Base Naval*

Os resultados apresentados a seguir foram obtidos no experimento que considera apenas o Porto da Marinha. Também aqui são apresentadas as correntes de superfície em uma situação de enchente, de vazante e a média de vários ciclos de maré para que se possa entender as correntes residuais (Figura 5.1-337 à Figura 5.1-339).



Baía de Sepetiba - Cenário 1  
Mês: 1 Dia: 6 Hora: 1  
Magnitude da Velocidade em superfície - Vetores

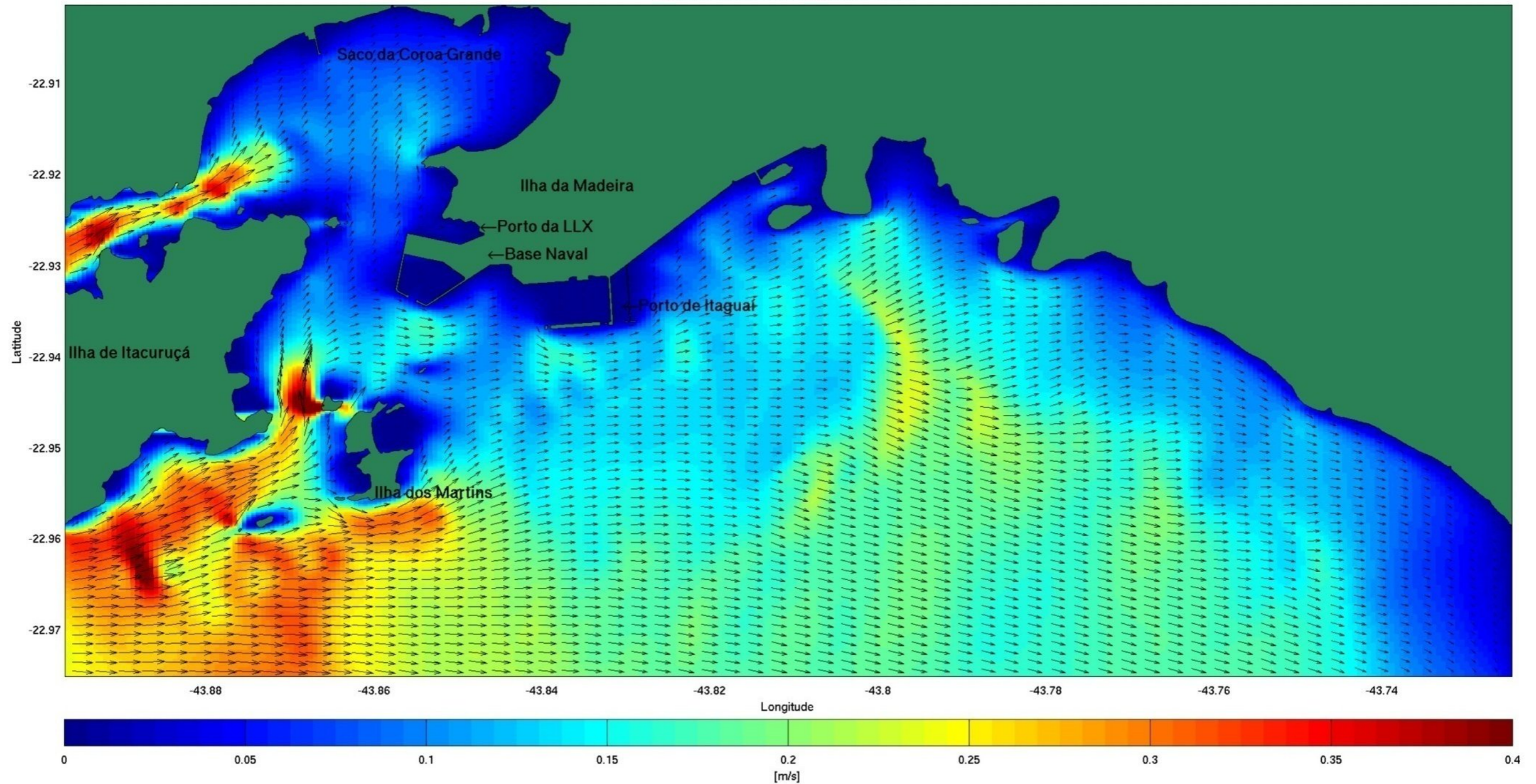


Figura 5.1-337 - Intensidade e Direção das Correntes de Superfície em situação de Maré Enchente. As cores representam a intensidade da corrente (em vermelho as correntes mais fortes), e os vetores representam a direção.



Baía de Sepetiba - Cenário 1  
Mês: 1 Dia: 6 Hora: 7  
Magnitude da Velocidade em superfície - Vetores

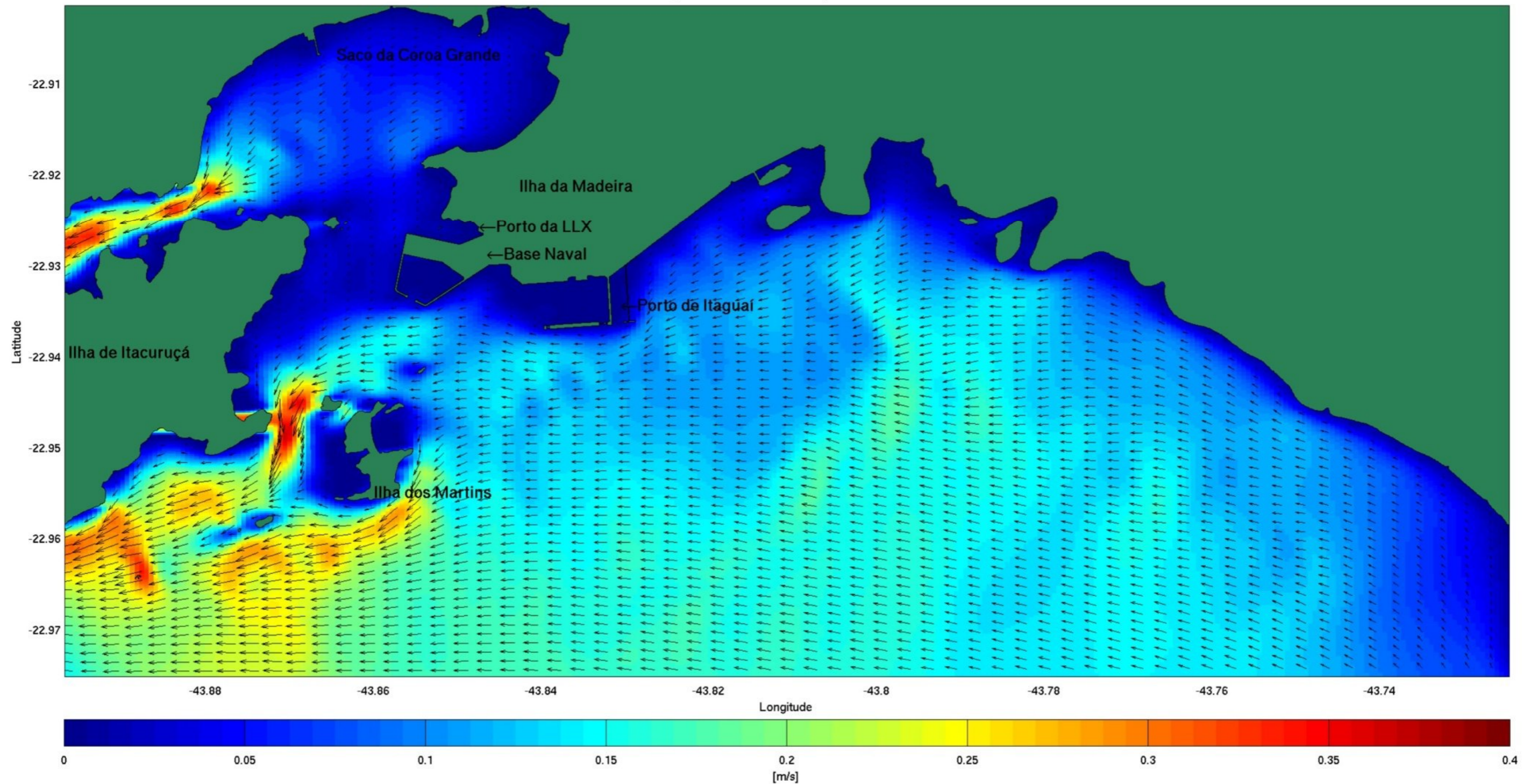


Figura 5.1-338 - Intensidade e Direção das Correntes de Superfície em situação de Maré Vazante. As cores representam a intensidade da corrente (em vermelho as correntes mais fortes), e os vetores representam a direção.



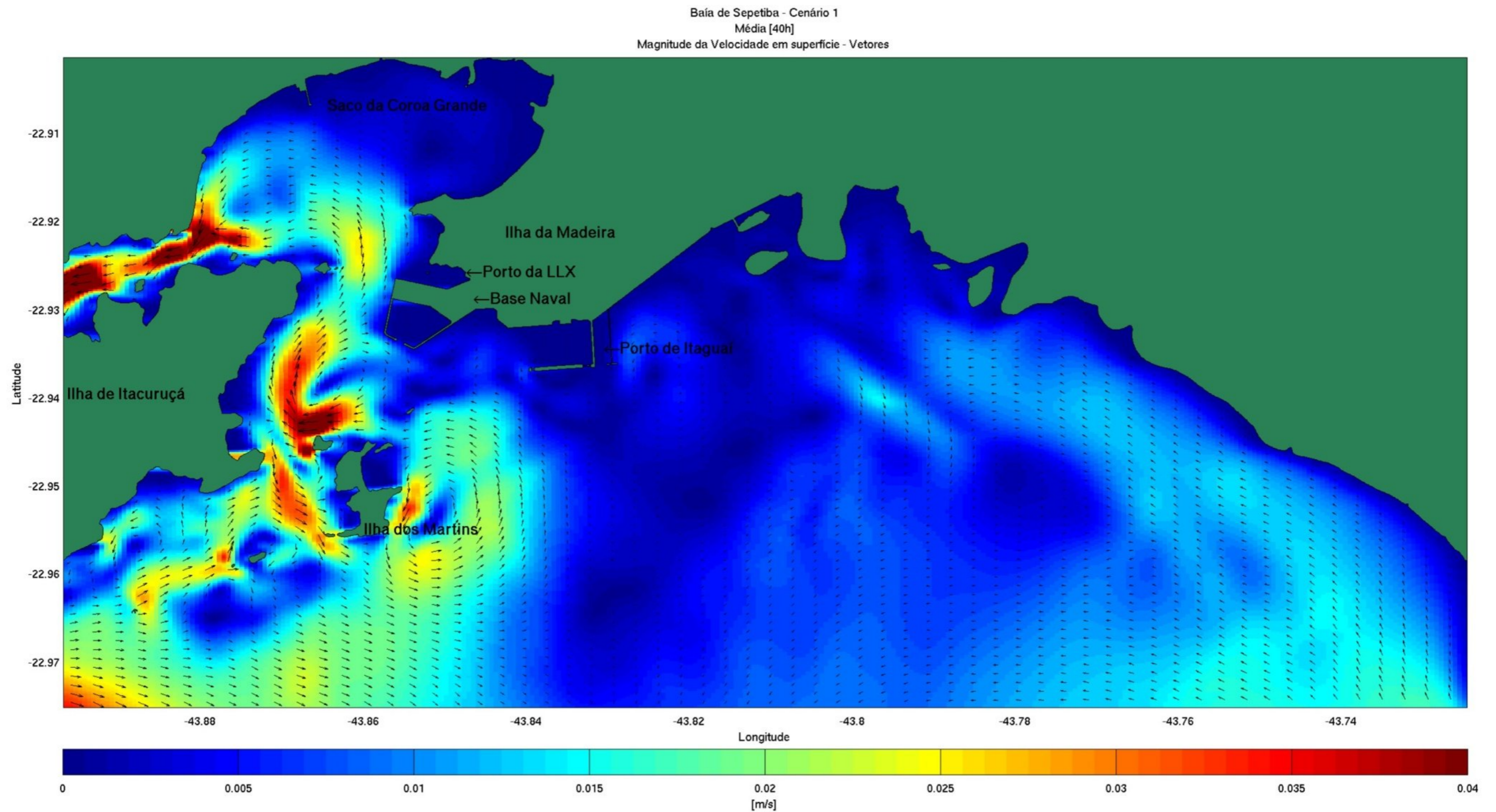


Figura 5.1-339 - Intensidade e Direção das Correntes de Superfície Médias, representando as correntes residuais de vários ciclos de maré. As cores representam a intensidade da corrente (em vermelho as correntes mais fortes), e os vetores representam a direção.





#### *5.1.9.1.3.2.3 Cenário III – Com Ambos os Empreendimentos*

Os resultados apresentados a seguir foram obtidos no experimento que considera os dois portos e aqui também são apresentadas as correntes em situação de maré enchente, maré vazante e também as correntes promediadas durante vários ciclos de maré, para que se pudesse entender as correntes residuais (Figura 5.1-340 à Figura 5.1-342).

Baía de Sepetiba - Cenário 3  
Mês: 1 Dia: 6 Hora: 1  
Magnitude da Velocidade em superfície - Vetores

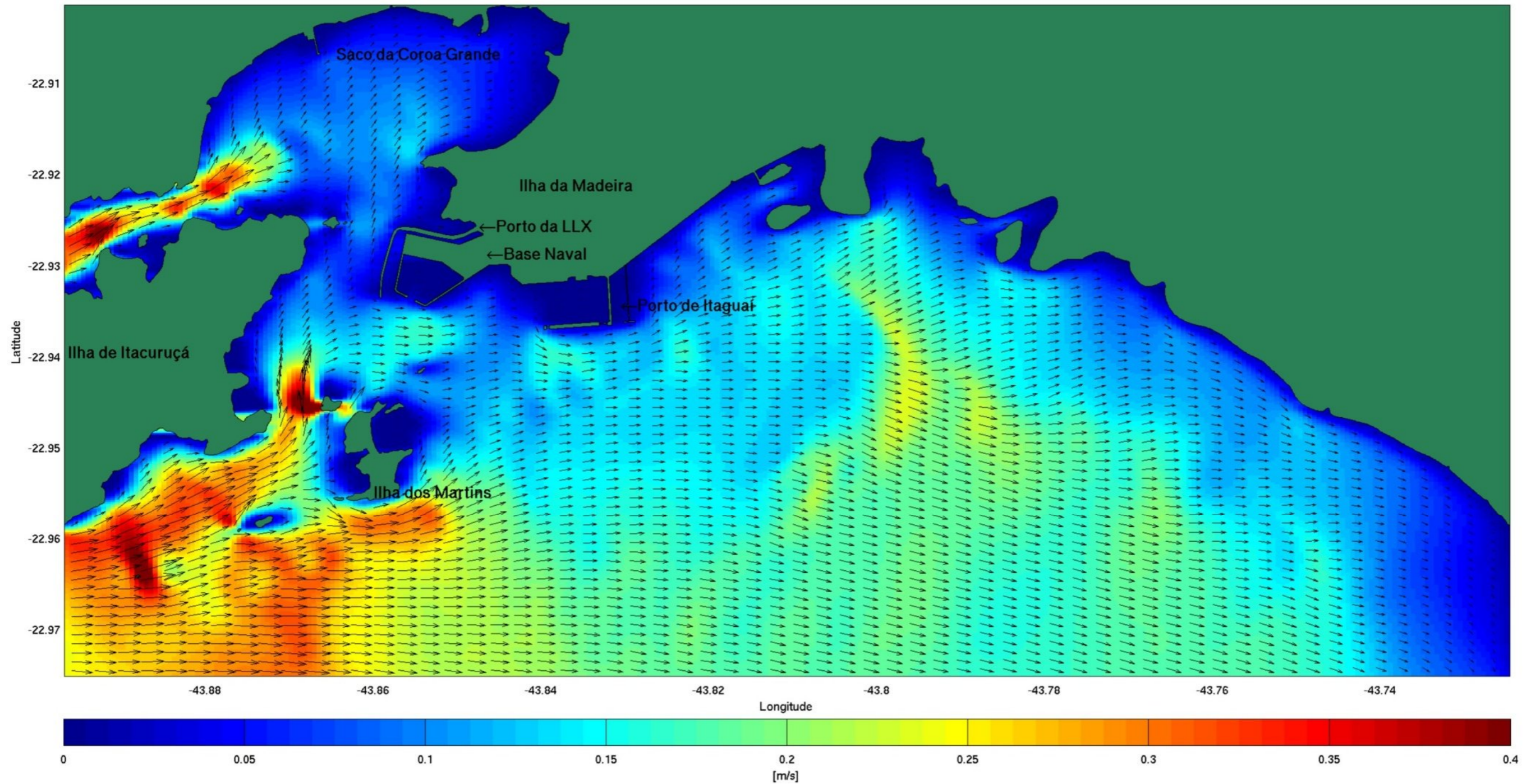


Figura 5.1-340 - Intensidade e direção das correntes de superfície em situação de maré enchente. As cores representam a intensidade da corrente (em vermelho as correntes mais fortes) e os vetores representam a direção.



Baía de Sepetiba - Cenário 3  
Mês: 1 Dia: 6 Hora: 7  
Magnitude da Velocidade em superfície - Vetores

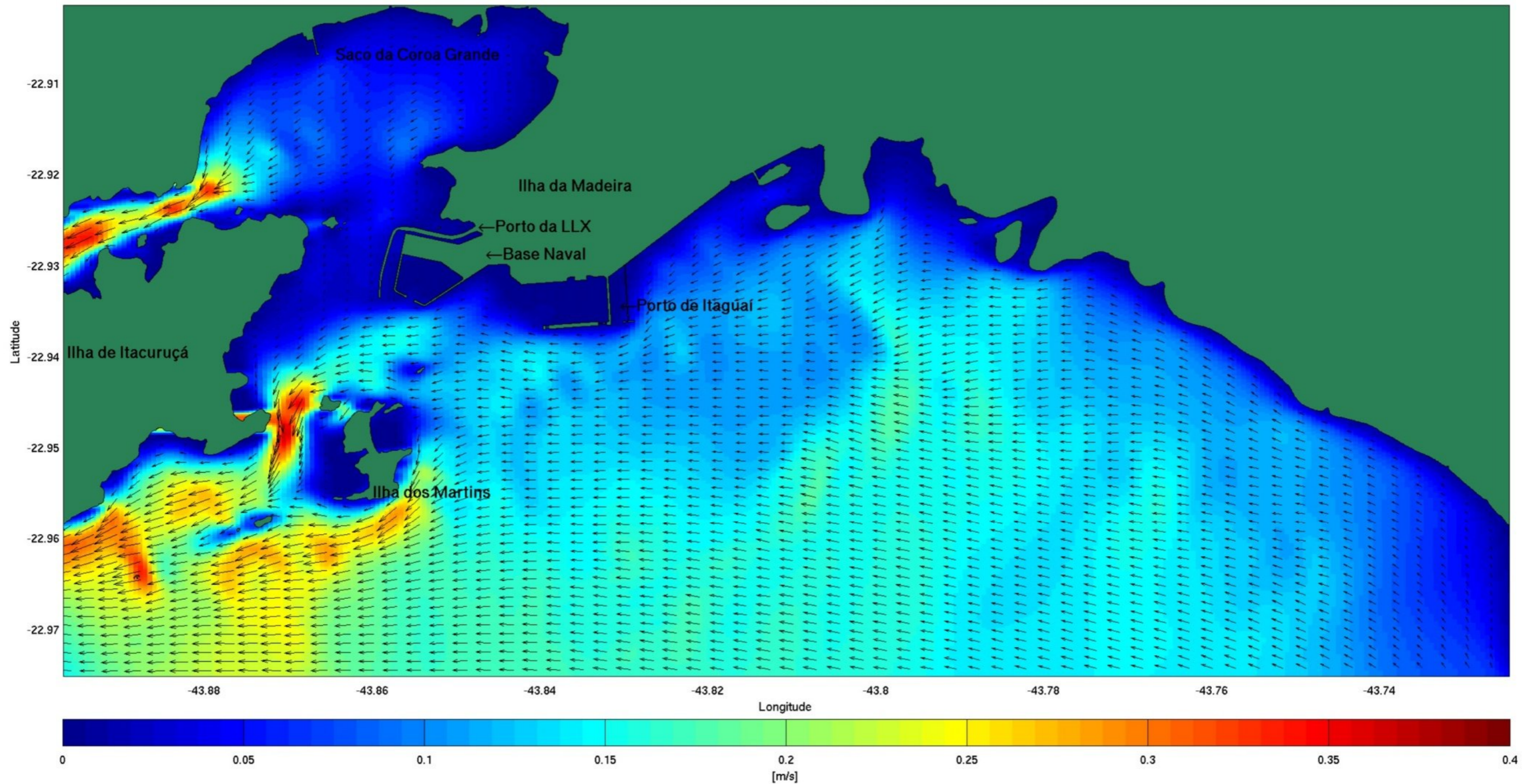


Figura 5.1-341 - Intensidade e direção das correntes de superfície em situação de maré vazante. As cores representam a intensidade da corrente (em vermelho as correntes mais fortes) e os vetores representam a direção.



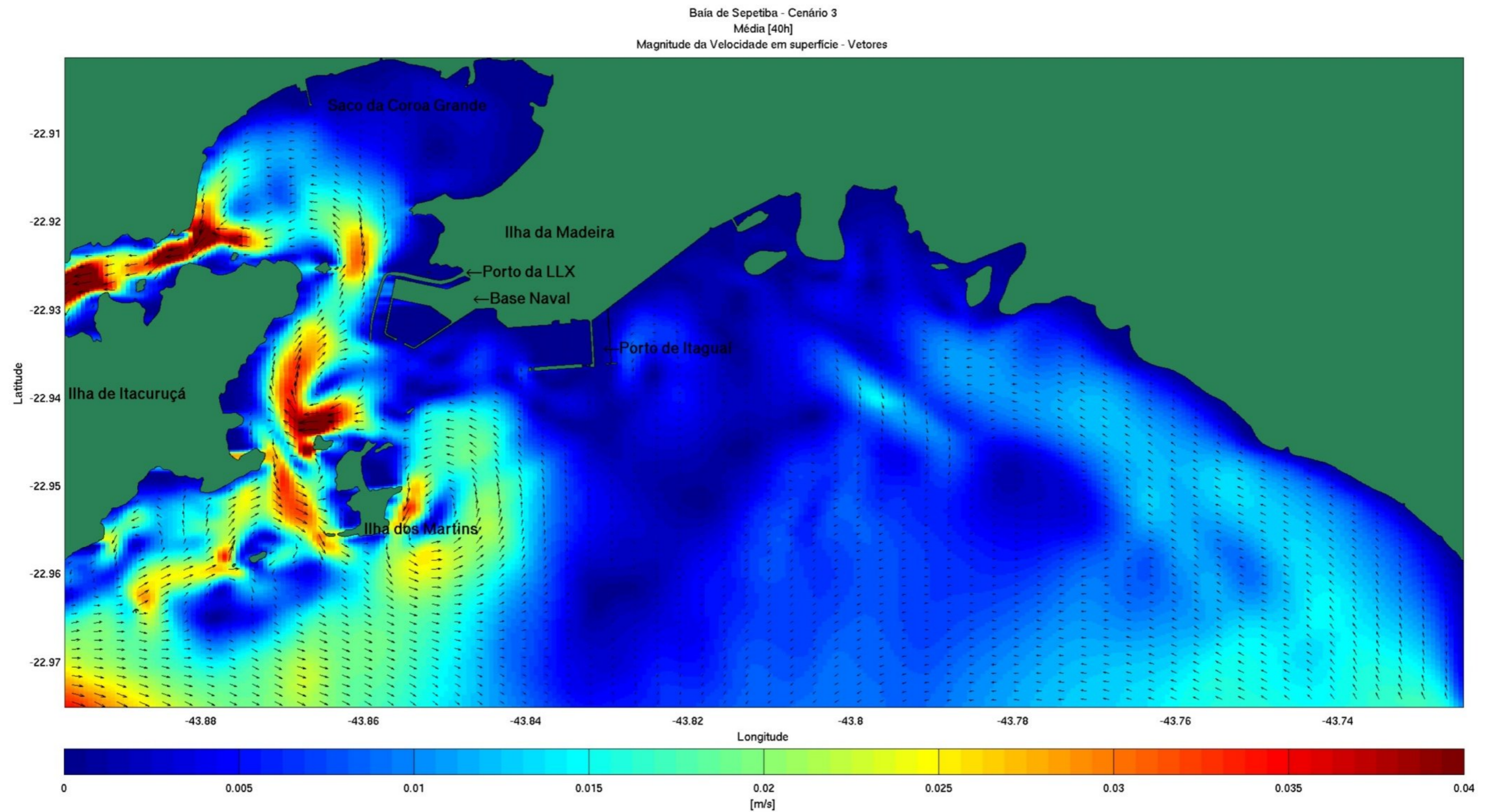


Figura 5.1-342 - Intensidade e direção das correntes de superfície médias, representando as correntes residuais de vários ciclos de maré. As cores representam a intensidade da corrente (em vermelho as correntes mais fortes) e os vetores representam a direção.

#### 5.1.9.1.4 Análise das Alterações

Com o intuito de avaliar as alterações causadas pelos empreendimentos nas correntes, foram calculadas as diferenças entre cada cenário relativas ao cenário controle, ou seja, calculou-se a diferença entre as correntes observadas no cenário II e aquelas observadas no cenário I, bem como a diferença entre as correntes observadas no cenário III e aquelas observadas no cenário I. No cálculo das diferenças entre cenários foi feito, para cada elemento da malha numérica, o valor da componente leste-oeste da corrente do cenário em questão menos o valor da componente leste-oeste da corrente do cenário controle, sendo que o mesmo foi feito para a componente norte-sul da corrente. Os valores das componentes resultantes dessa diferença foram então utilizados para compor o vetor de corrente que representa a diferença entre cenários.

O cálculo foi feito sempre de modo que os valores do cenário controle foram diminuídos dos valores do cenário em questão. Dessa forma, valores negativos significam que a intensidade da corrente é maior no cenário controle, ou seja, o efeito do empreendimento, naquele ponto da malha, foi de diminuir a intensidade da corrente, e vice-versa.

##### 5.1.9.1.4.1 Alterações nos padrões de correntes - cenário II

Os resultados apresentados a seguir referem-se às diferenças das correntes de superfície obtidas a partir da comparação do cenário II com o cenário I (controle). Os resultados são apresentados para os mesmos instantes de enchente e de vazante apresentados no item 5.1.9.1.3.2, e também para as correntes médias.



Baía de Sepetiba - Diferença entre o Cenário 1 e o Cenário 0 [Atual]  
Mês: 1 Dia: 6 Hora: 1  
Magnitude da Velocidade em superfície - Vetores

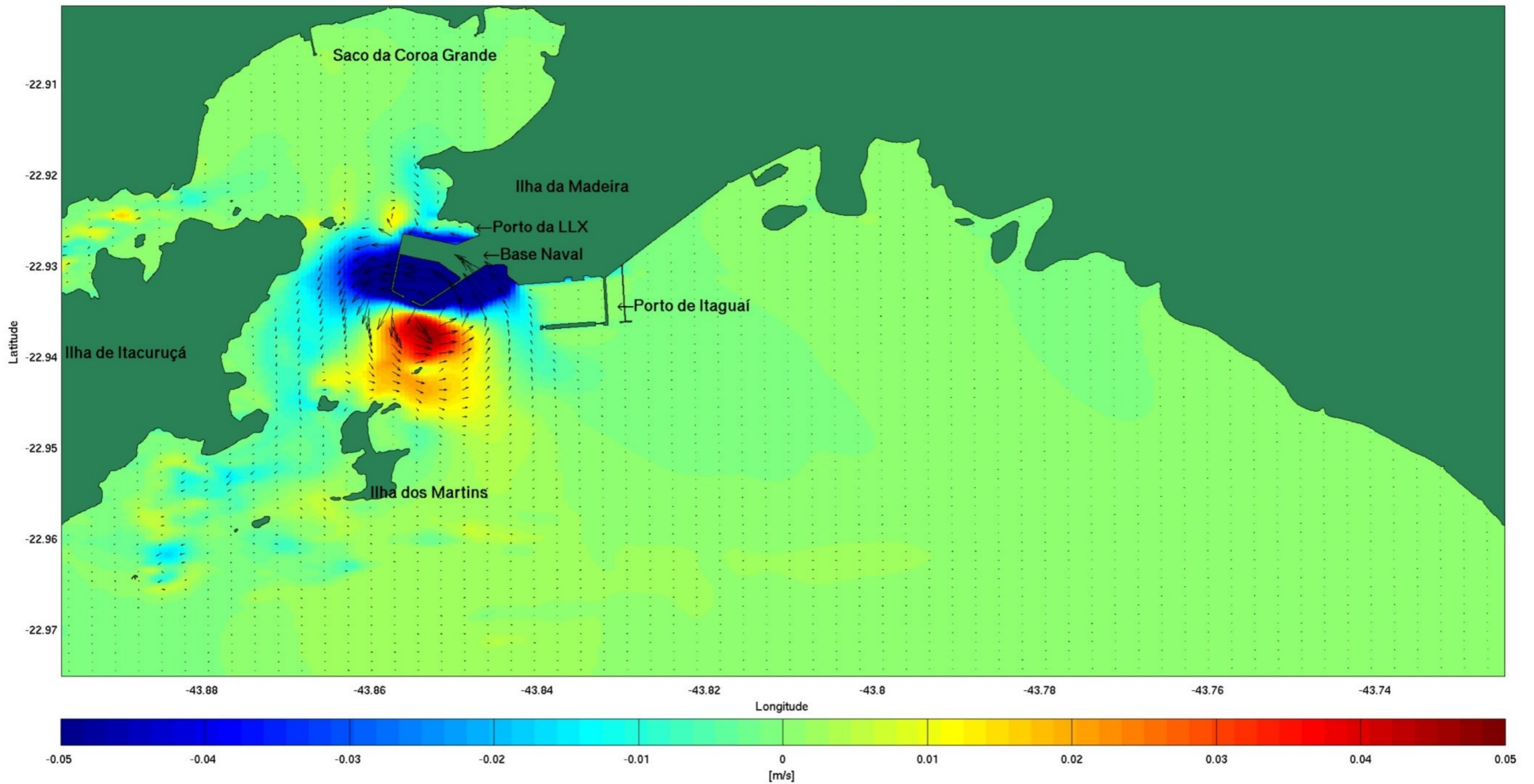


Figura 5.1-343 - Diferença entre as correntes observadas no Cenário II e o Cenário I (controle) em momento de correntes de enchente.



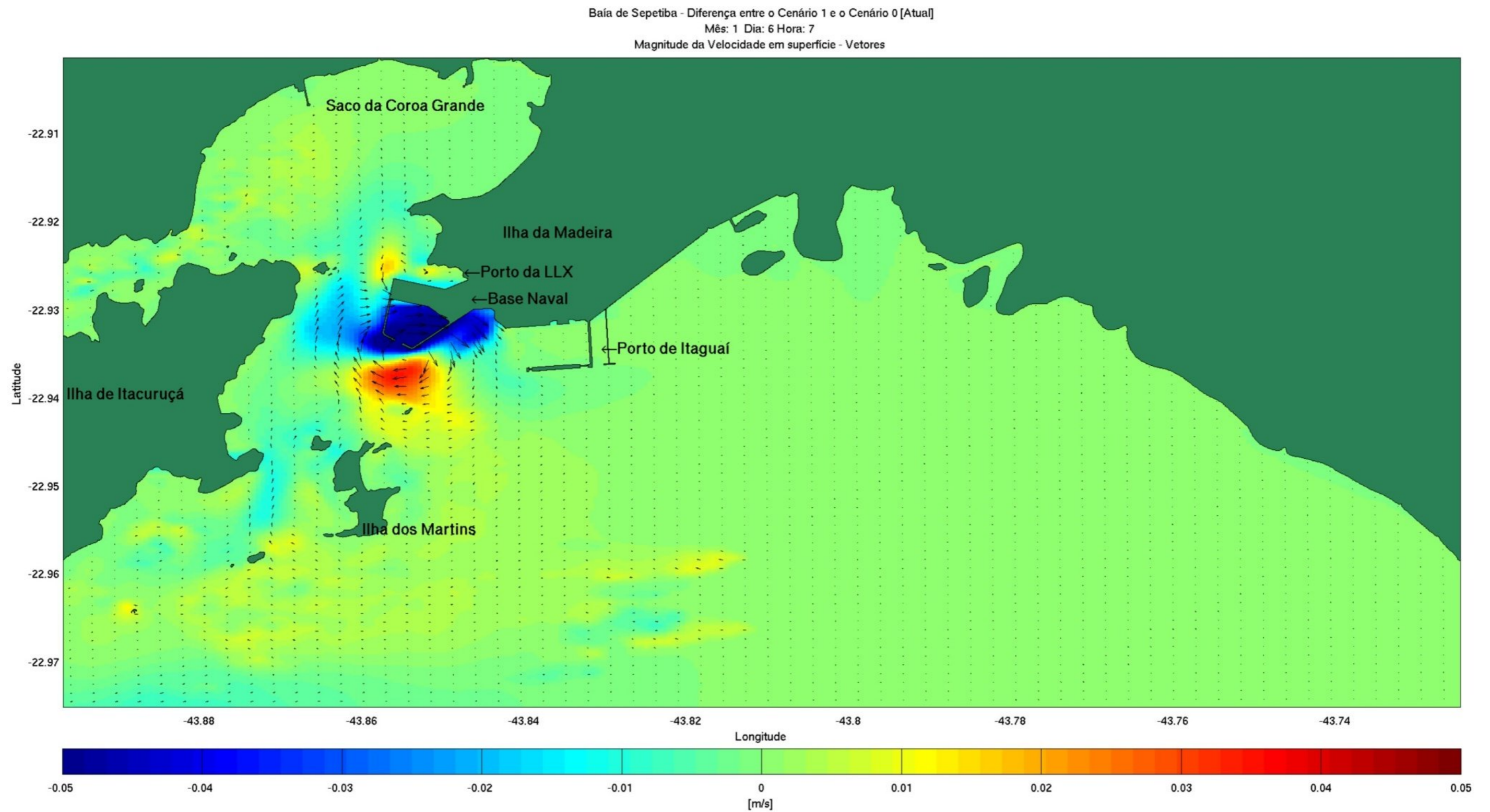


Figura 5.1-344 - Diferença entre as correntes observadas no Cenário II e o Cenário I (controle) em momento de correntes de vazante.



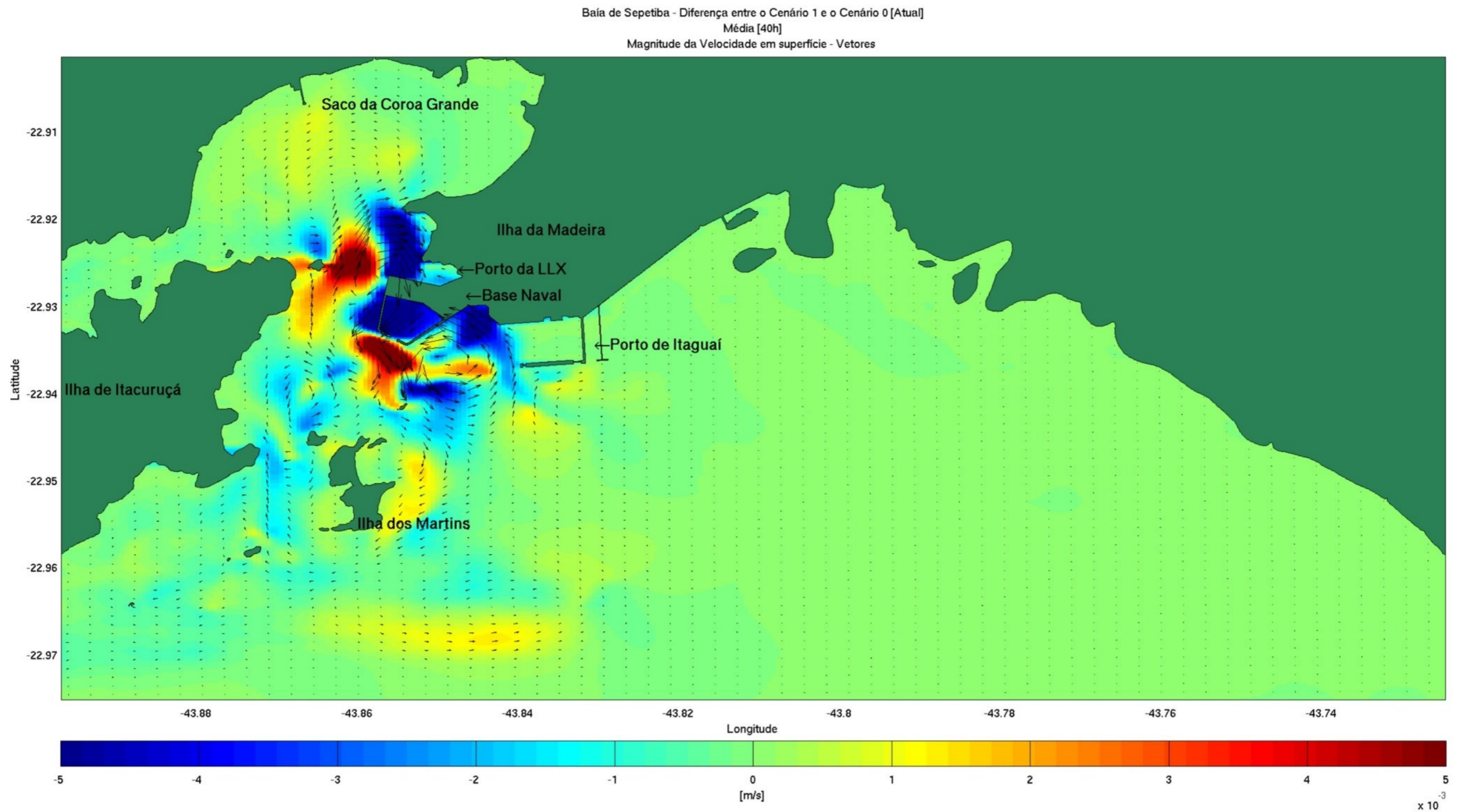


Figura 5.1-345 - Diferença entre as correntes médias observadas no Cenário II e o Cenário I (controle).



#### 5.1.9.1.4.2 Alterações nos padrões de correntes - cenário III

Os resultados apresentados a seguir referem-se às diferenças das correntes de superfície obtidas a partir da comparação do cenário III com o cenário I (controle) (Figura 5.1-346 à Figura 5.1-348). Os resultados são apresentados para os mesmos instantes de enchente e de vazante apresentados no item 5.1.9.1.3.2, e também para as correntes médias.

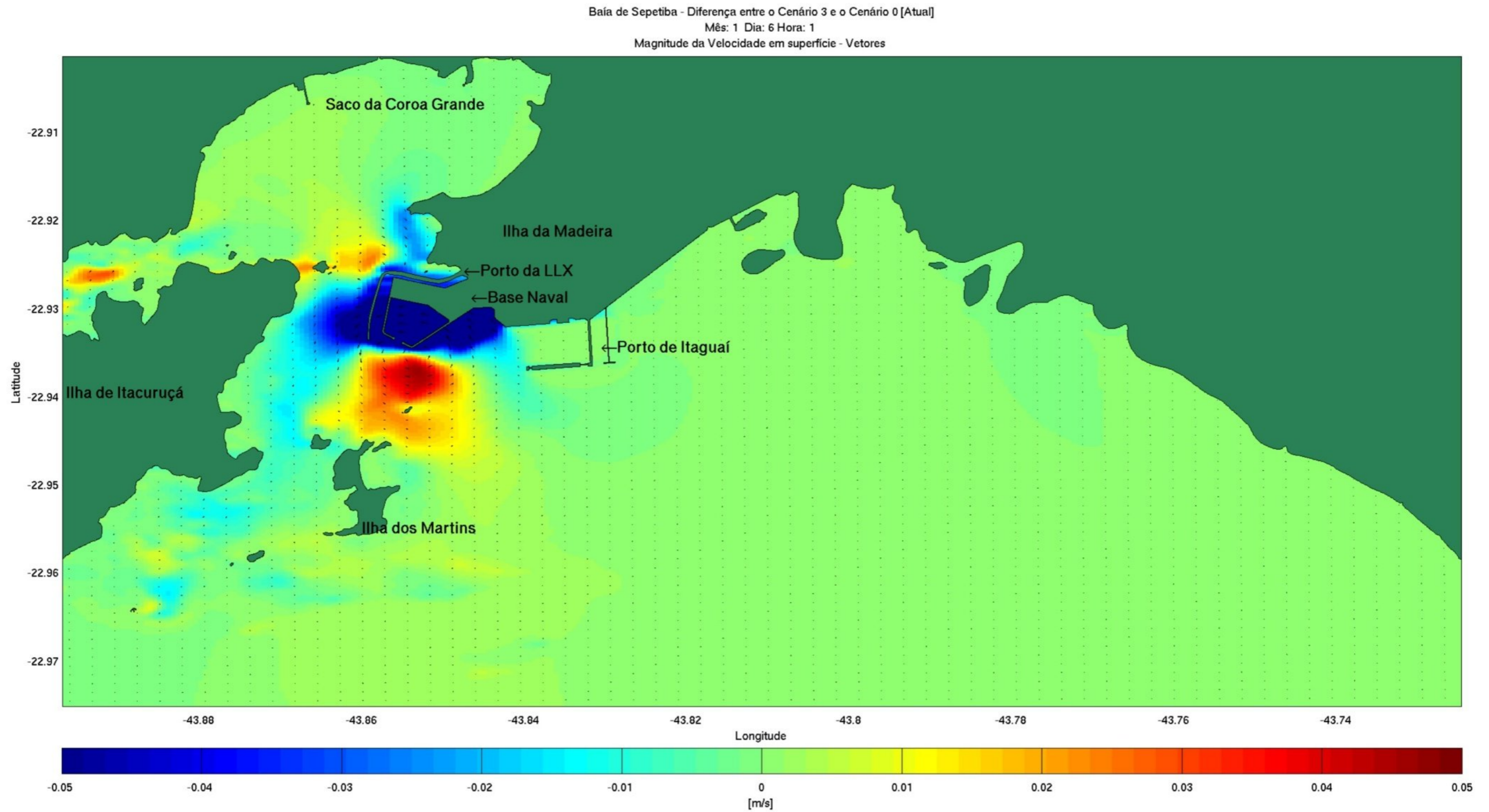


Figura 5.1-346 - Diferença entre as correntes observadas no Cenário III e o Cenário I (controle) em momento de correntes de enchente.



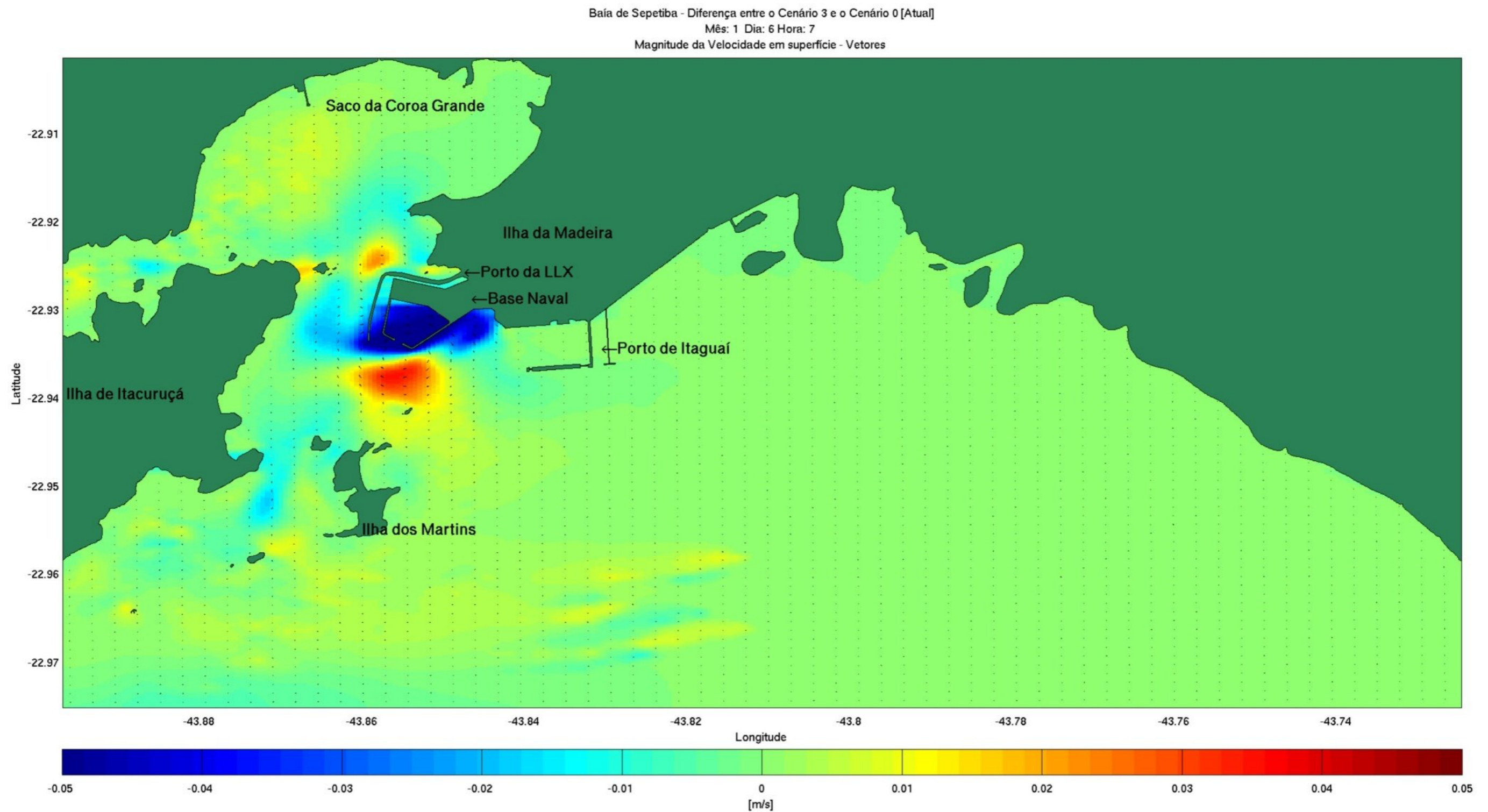


Figura 5.1-347 - Diferença entre as correntes observadas no Cenário III e o Cenário I (controle) em momento de correntes de vazante.

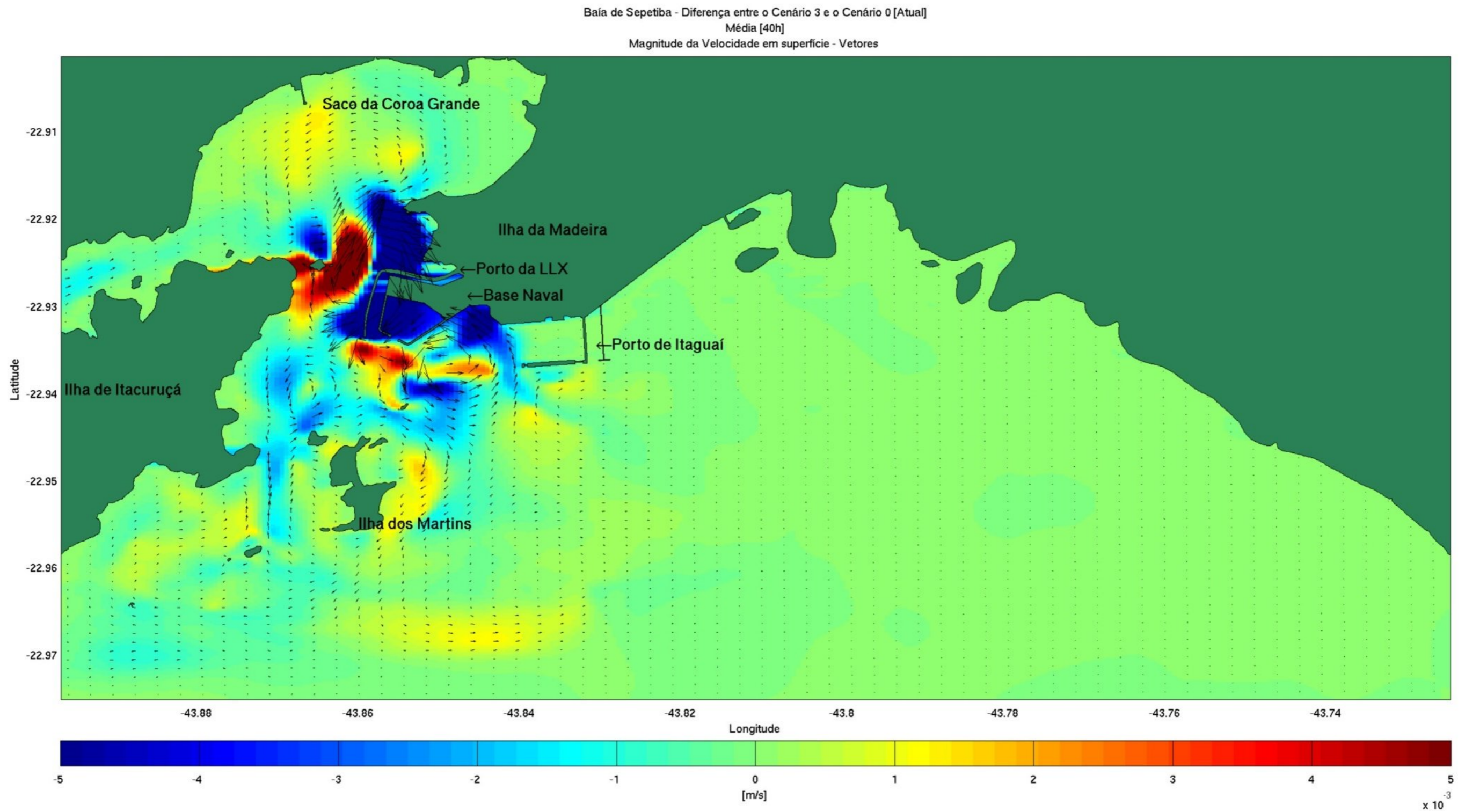


Figura 5.1-348 - Diferença entre as correntes médias observadas no Cenário III e o Cenário I (controle).



#### 5.1.9.1.5 Sedimentos

Afim de analisar os impactos que o empreendimento causará nos padrões de erosão e deposição na Baía de Sepetiba, utilizou-se o módulo de sedimentos do modelo ROMS para mapear as alterações do “stress” da corrente com o fundo e assim determinar as áreas de erosão e deposição em cada cenário. Os valores de stress junto ao fundo apresentado nas figuras abaixo se referem às correntes médias (as médias de vários ciclos de maré), pois para o balanço de sedimento é interessante conhecer o efeito das correntes residuais ao invés de correntes instantâneas, uma vez que a remodelação do fundo ocorre em função das correntes residuais.

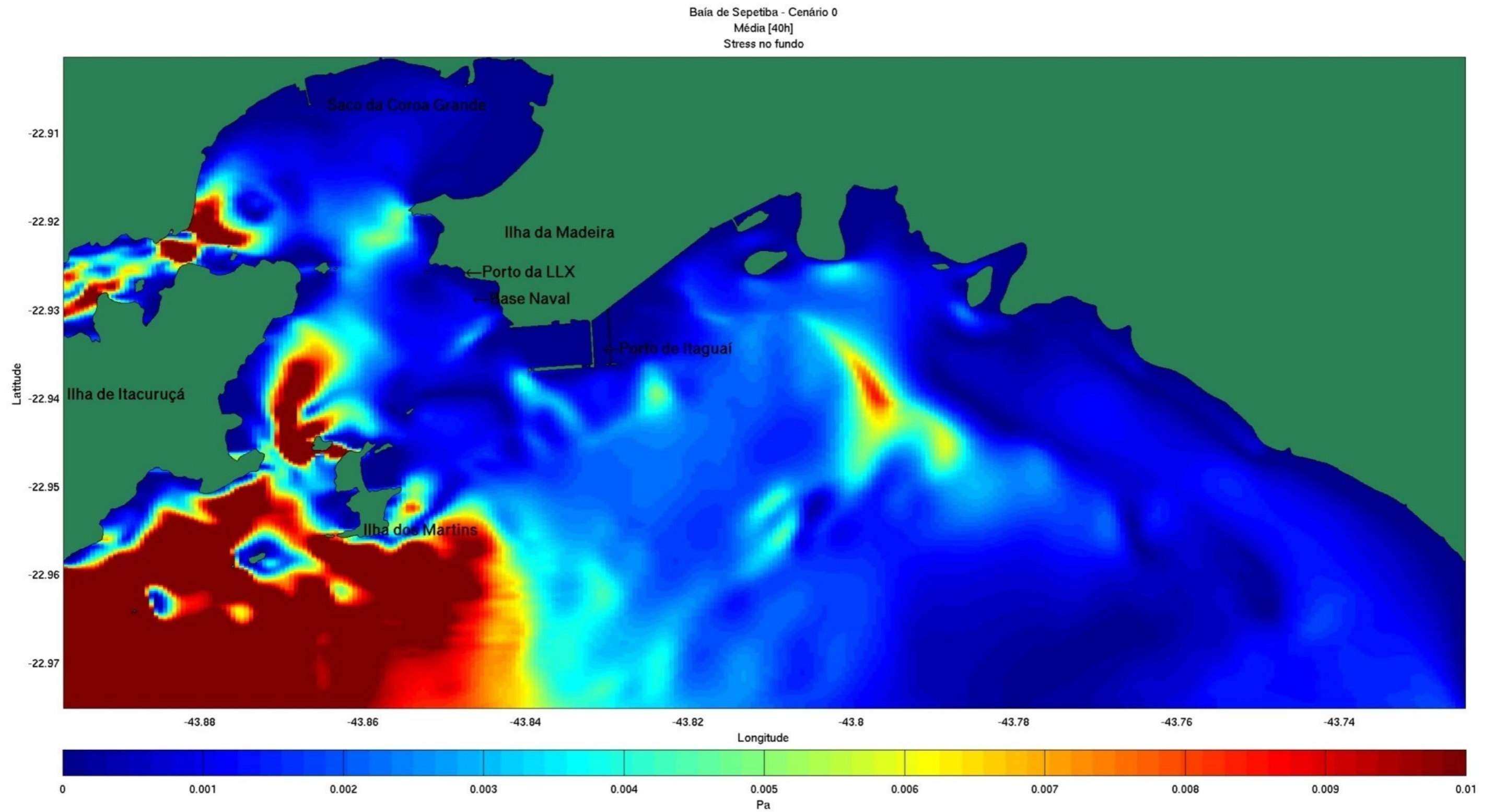


Figura 5.1-349 - Padrões de erosão e deposição no Cenário I (controle). Em vermelho aparecem as áreas onde deve ocorrer erosão e em azul deposição.



Baía de Sepetiba - Cenário 1  
Média [40h]  
Stress no fundo

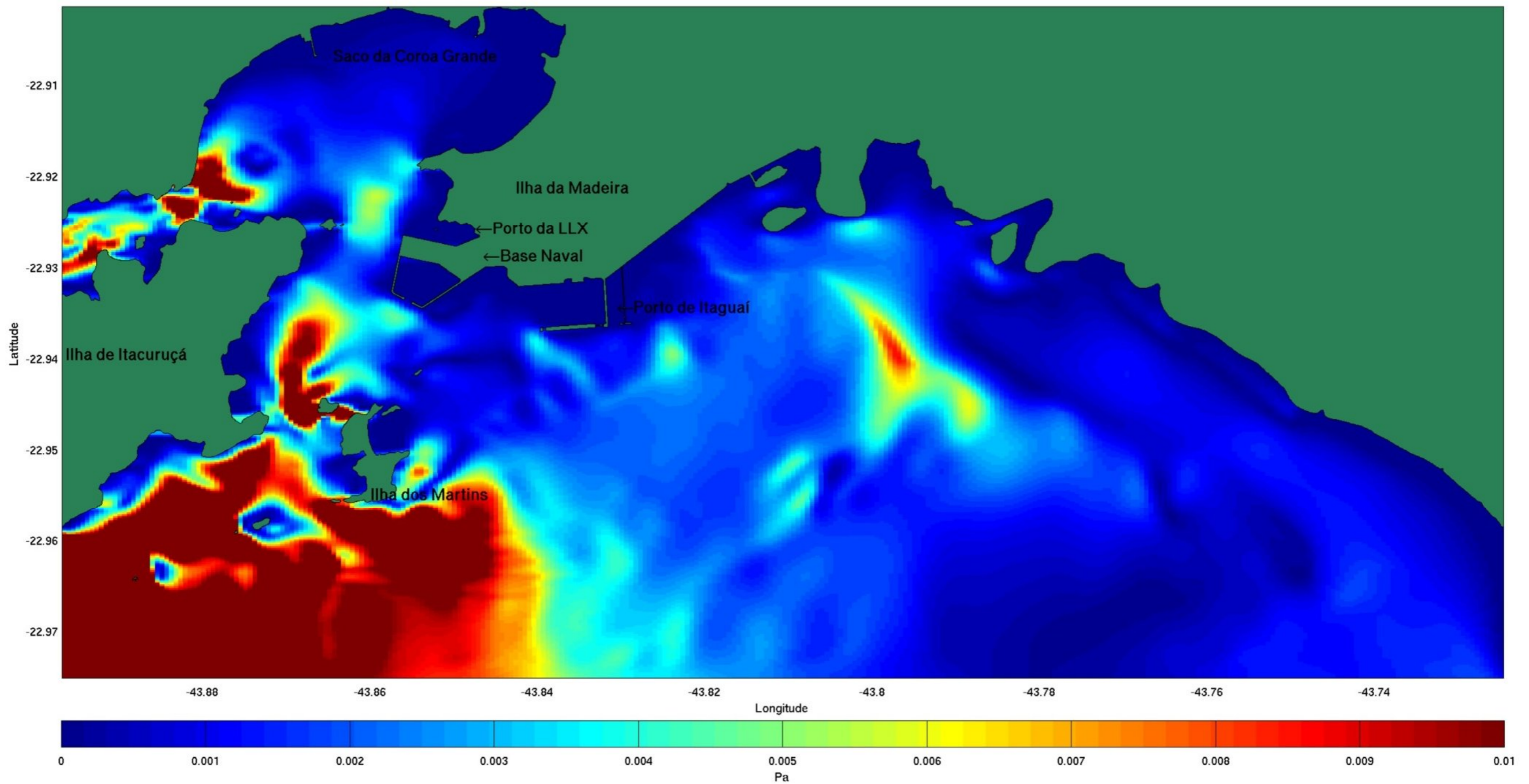


Figura 5.1-350 - Padrões de erosão e deposição no Cenário II. Em vermelho aparecem as áreas onde deve ocorrer erosão e em azul deposição.



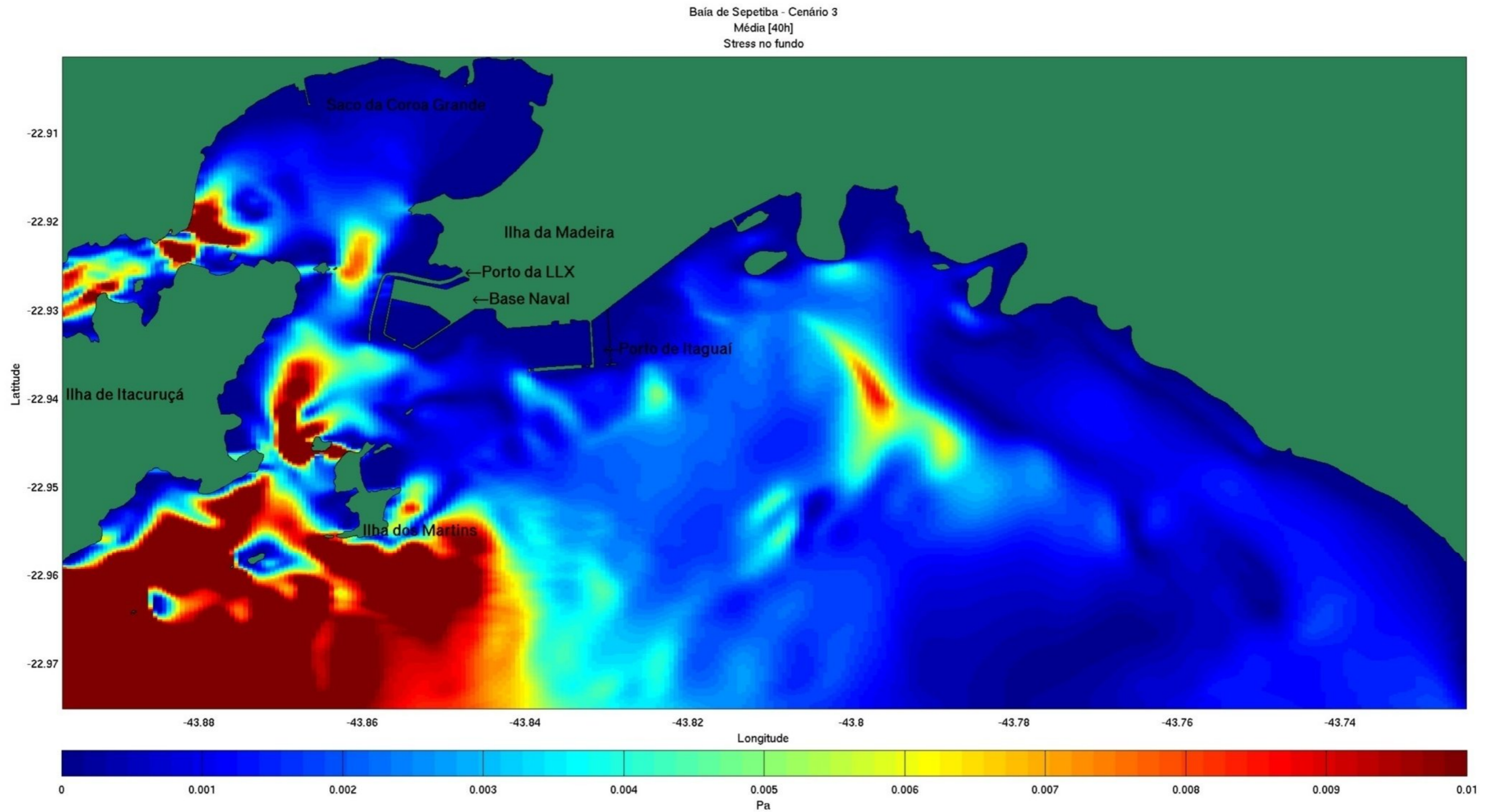


Figura 5.1-351 - Padrões de erosão e deposição no Cenário III. Em vermelho aparecem as áreas onde deve ocorrer erosão e em azul deposição.

### 5.1.9.2 Modelo de Geração de Onda

Com o objetivo de avaliar os efeitos de ondas de gravidade na baía de Sepetiba, mais especificamente na região onde futuramente será construído o EBN, foram feitas simulações representando os climas de ondas típicos da região. Os experimentos foram desenvolvidos para grades sem e com a presença do EBN e com a presença da do EBN e do Porto da LLX.

O presente relatório apresenta sucintamente as características principais do modelo numérico de ondas, uma descrição dos experimentos e de seus resultados.

Modelos de geração de onda podem ser divididos em duas categorias: modelos espectrais e paramétricos. As duas categorias partem do conceito da evolução do espectro, através de uma equação de transporte de energia. A energia é discretizada em bandas de frequência e direções. Os termos fontes são divididos em transferência de energia da atmosfera para a água, perdas de energia por dissipação e redistribuição de energia por interações não lineares. O cálculo desses termos é feito através de formulações teóricas e empíricas. A principal diferença entre as duas categorias é que modelos paramétricos partem de uma forma do espectro pré-definida.

Modelos espectrais podem ser classificados quanto à sua geração:

- 1a Geração - Desenvolvimento do espectro baseado no mecanismo de geração de Philips e Miles (Philips 1980);
- 2a Geração - Inclui termos de interação não lineares entre ondas (parametrização com restrições quanto à forma do espectro);
- 3a Geração - Parametrização mais detalhada, sem restrições quanto à forma do espectro.

Para este estudo foi proposta a utilização do modelo SWAN o qual será descrito a seguir.

#### 5.1.9.2.1 Modelo de onda SWAN

O Simulating Wave Near Shore (SWAN) é um modelo espectral de 3a geração, desenvolvido para estimar o clima de ondas em pequena e meso escalas com alta resolução. Foi desenvolvido na Universidade de Delft - Holanda, possui um código aberto escrito em linguagem FORTRAN e está disponível na página [www.wldelft.nl/soft/swan](http://www.wldelft.nl/soft/swan).

Baseia-se na equação do balanço da ação de onda (Equação 1), onde N é a densidade de energia dividida pela frequência relativa (e.g. Philips, 1980).

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial c_x N}{\partial x} + \frac{\partial c_y N}{\partial y} + \frac{\partial c_\sigma N}{\partial \sigma} + \frac{\partial c_\theta N}{\partial \theta} = \frac{S}{\sigma} \quad (1)$$

O primeiro termo representa a variação temporal de N, o segundo e o terceiro termos são a variação espacial do fluxo de N com velocidade de propagação  $c_x$  e  $c_y$  no espaço x e y respectivamente. O quarto termo é a transferência de energia entre as frequências relativas relacionadas a variações na profundidade e correntes ou a fenômenos não lineares, com velocidade de propagação c. O quinto termo está associado à refração induzida pelo fundo e correntes, com velocidade c. S é o termo fonte, contando com efeitos de geração, dissipação e interações não lineares.

A equação (1) é resolvida por um método implícito de diferenças finitas, garantindo maior estabilidade e menor custo computacional, possibilitando, em simulações não estacionárias, maiores passos de tempo para pequenas escalas espaciais (Booij et al, 1999).

#### 5.1.9.2.2 Descrição dos experimentos

Diversos autores desenvolveram estudos relacionados ao clima de ondas na região da Bacia de Campos (Parente 1999, Violante-Carvalho 1998, Candella 1997, Souza 1988, Seixas 1997, Pinho 2003, entre outros).

Pinho (2003) propôs uma classificação do estado de mar de acordo com os sistemas meteorológicos que dominam a circulação dos ventos, classificando em quatro diferentes condições, sendo elas:

- Bom tempo, caracterizado por mares de N, NE e E (principalmente NE), com sistema de alta pressão anticiclone do Atlântico Sul dominante;
- Bom tempo com presença de marulhos do quadrante sul;
- Mau tempo de SW, com mares de SW e S em que há a passagem de frente fria seguida de um ciclone extratropical;
- Mau tempo de SE, quando, após a passagem de uma frente fria, um anticiclone polar domina a circulação na região.

Através de uma revisão bibliográfica foram definidas as características das simulações numéricas que representam as condições de mar típicas da região. Dentro das possíveis condições típicas foram selecionadas duas situações que poderiam gerar mais ondas próximo à região de interesse. A primeira representa uma condição de

bom tempo com a presença de marulhos (“swell”) e a segunda uma condição de mau tempo. A Tabela 5.1-38 mostra as características de cada experimento.

**Tabela 5.1-38 - Características dos experimentos propostos.**

| Experimento                | Hs (m)  | Tp (s) | Dir (°) | Vento        |         |
|----------------------------|---------|--------|---------|--------------|---------|
|                            |         |        |         | Intens (m/s) | Dir (°) |
| 1 – Bom tempo com mergulho | 1,8-1,2 | 12-7   | 75-180  | 10           | 180 (L) |
| 2 – Mau Tempo              | 3,5     | 13     | 75      | 17           | 75 (SW) |

No Experimento 1, foi simulada um condição de bom tempo onde ocorre o desenvolvimento de um mar local (Hs 1,2 m , Tp 7 s e Dir 180), somado a ondas mais energéticas (Hs 1,8 m, Tp 12 s e Dir 75) geradas longe da costa do Estado do Rio de Janeiro. Para essa simulação o vento selecionado foi o leste, por ser uma direção freqüente na região (Parente 1999, Violante 1998). Outro motivo, como pode ser observado na Figura 5.1-354, é que a Baía de Sepetiba apresenta uma longa pista para formação de ondas oriundas de ventos do quadrante leste.

No Experimento 2, foi proposta a simulação de um evento típico de mau tempo, com ondas do quadrante SW com alta energia. Seguindo a mesma idéia do experimento anterior foi escolhido dentro dos ventos típicos que ocorrem associados a essa condição de mau tempo o vento SW com uma intensidade de 17m/s, relativamente alta para a região. Na Figura 5.1-354 pode-se observar a longa pista para geração de ondas associadas a ventos de SW.

Como o objetivo principal deste estudo é observar o comportamento das ondas em alta resolução ao redor da região onde será construído o estaleiro e, como o clima de ondas local pode ser uma composição de processos que ocorrem em diferentes regiões e escalas espaciais, tornou-se necessário desenvolver simulações com grades aninhadas (Figura 5.1-352).

Foram criadas seis grades regulares. A Grade A tem a função de trazer as ondulações geradas no oceano para dentro da Baía de Sepetiba. A Grade B, que tem como contorno a Grade A, foi desenvolvida para incorporar o efeito do vento, buscando representar a geração de ondas dentro da baía. Finalmente foram desenvolvidas mais quatro grades: C1 (sem o estaleiro), C2 (apenas com a base naval), C3 (com a base naval e o Porto da LLX) em alta resolução, para analisar o comportamento das ondas e o efeito das novas estruturas sobre o clima de ondas local. A Tabela 5.1-39 apresenta uma descrição das características de cada grade.

Em todas as grades e experimentos as freqüências foram discretizadas em 20 entre 0.05 e 1.0 Hz. O domínio de 360° de direção foi discretizado em 60 partes iguais. Para as condições de contorno da Grade A, a forma do espectro de energia adotado foi a

de JONSWAP (Hasselmann, 1974). Para efeitos de geração de onda (Grade B), foram considerados os efeitos não lineares geração e interações:

Quadruplet - interação onda-onda muito importante para a evolução do espectro de energia, em águas profundas (Hasselmann 1962, 1963a, 1963b, Young e VanVledder 1993).

TRIAD - interação onda-onda importante em águas rasas, responsável pelo fluxo de energia das baixas para as altas frequências (Beji e Battejs, 1993, Manual do SWAN).

Whitecapping - importante mecanismo de dissipação de energia no processo de transferência de energia do vento para a água (Hasselmann 1974, Manual do SWAN).

**Tabela 5.1-39 – Características das grades computacionais**

| Grade    | Nº elementos horizontal (m) | Nº elementos vertical (m) | Comprimento horizontal do elem (m) | Comprimento vertical do elem (m) |
|----------|-----------------------------|---------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| A        | 600                         | 400                       | 294                                | 311                              |
| B        | 720                         | 280                       | 87                                 | 84                               |
| C1-C2-C3 | 450                         | 450                       | 26                                 | 20                               |



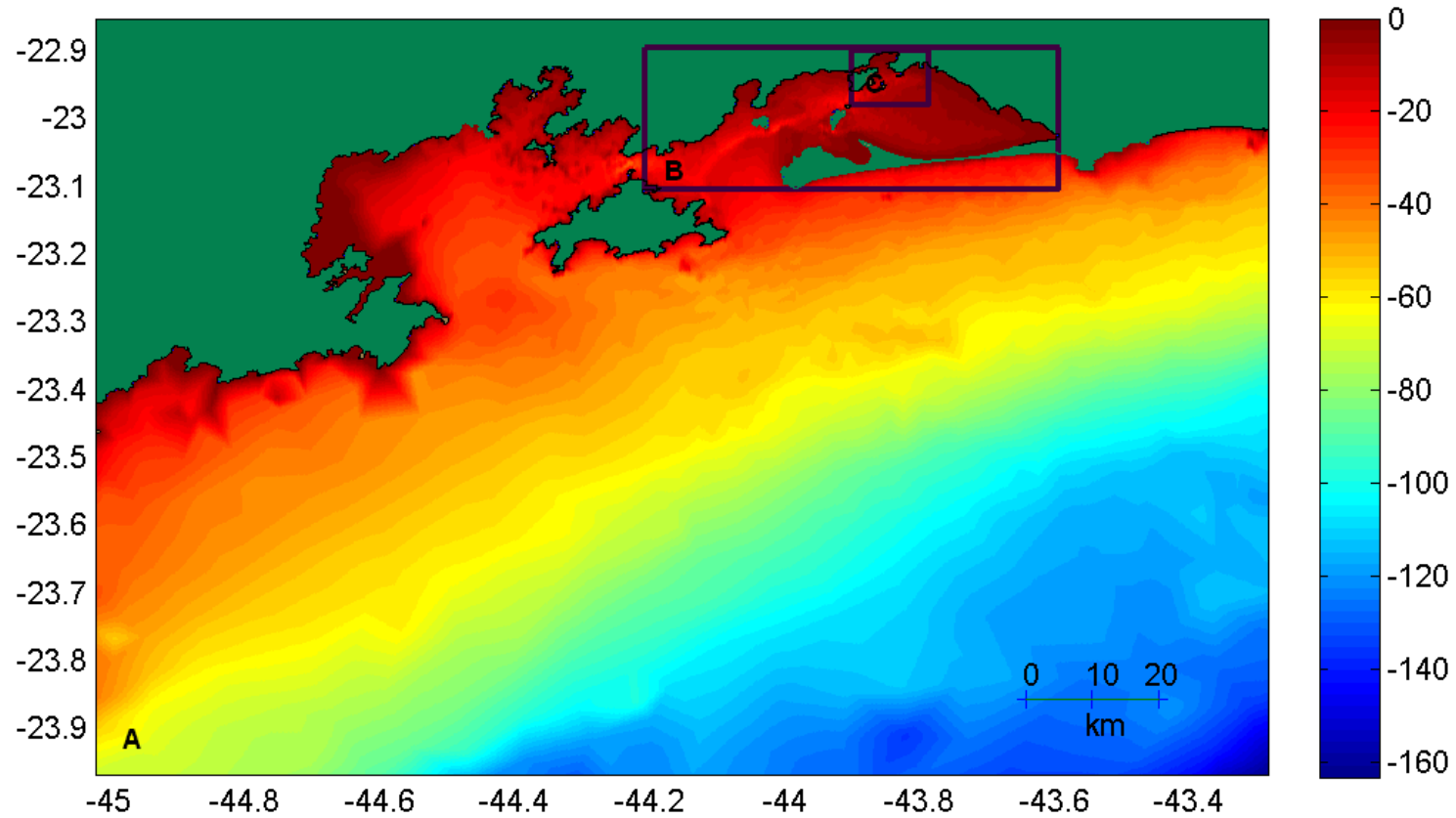


Figura 5.1-352 - Representação do domínio das três grades com a batimetria interpolada para a Grade A.

### 5.1.9.2.3 Resultados

#### 5.1.9.2.3.1 Experimento 1 – Situação de bom tempo com marulho

A Figura 5.1-353 mostra a distribuição de altura significativa ( $H_s$ ) em metros, para a Grade A. Observa-se que as ondas penetram muito pouco na Baía de Sepetiba, não chegando energia de onda próximo à região onde a obra será realizada. Esse foi um padrão observado em diversos testes feitos para diferentes condições de mar, indicando que a região de interesse está protegida das ondas geradas fora da baía.

A Figura 5.1-354 mostra a distribuição de  $H_s$ , para a Grade B, onde foi incorporado o efeito do vento (10m/s direção leste). Por tratar-se de uma direção de vento favorável à formação de ondas, observa-se o desenvolvimento considerável de ondas dentro da baía. No entanto, apesar dessas ondas apresentarem  $H_s$  representativas, o mesmo desenvolvimento não ocorre com os períodos. Para ocorrer uma evolução mais expressiva do espectro de energia, seriam necessários ventos mais intensos ou pistas mais longas. A Figura 5.1-355 mostra a distribuição de período de pico ( $T_p$ ) em segundos, ao longo da Baía de Sepetiba.

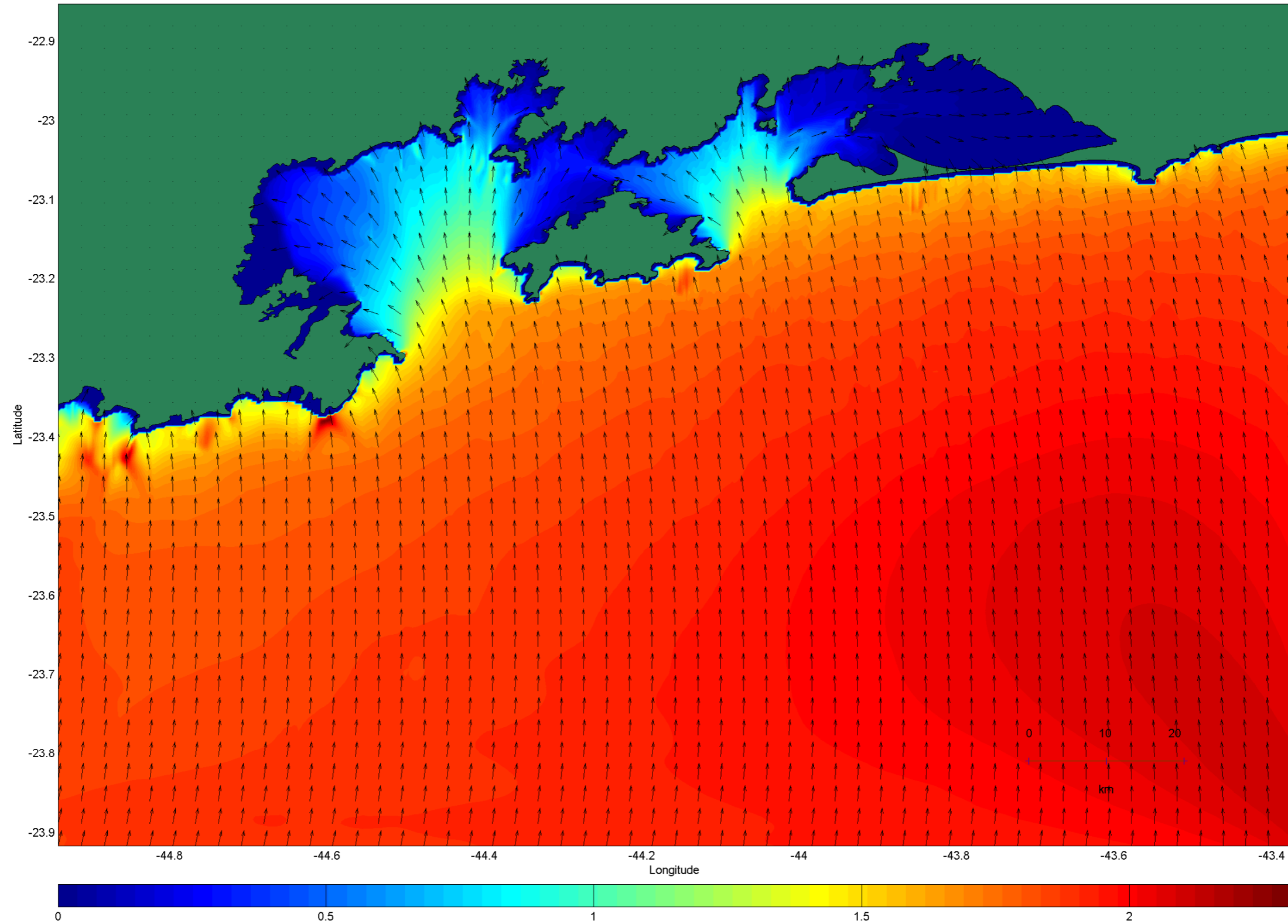


Figura 5.1-353 - Altura significativa em metros (m) para o Experimento 1 - Grade A.

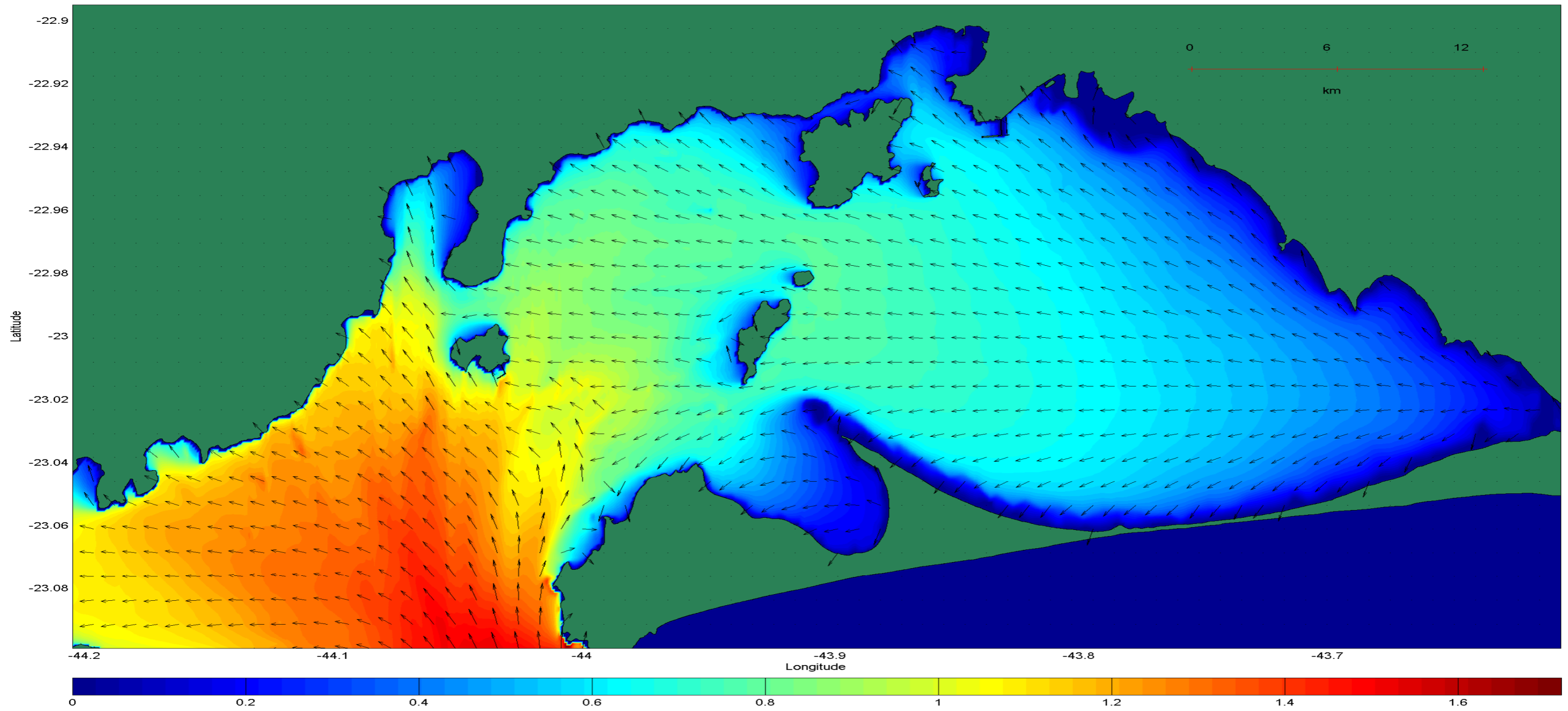


Figura 5.1-354 - Hs para o Experimento 1 - Grade B.

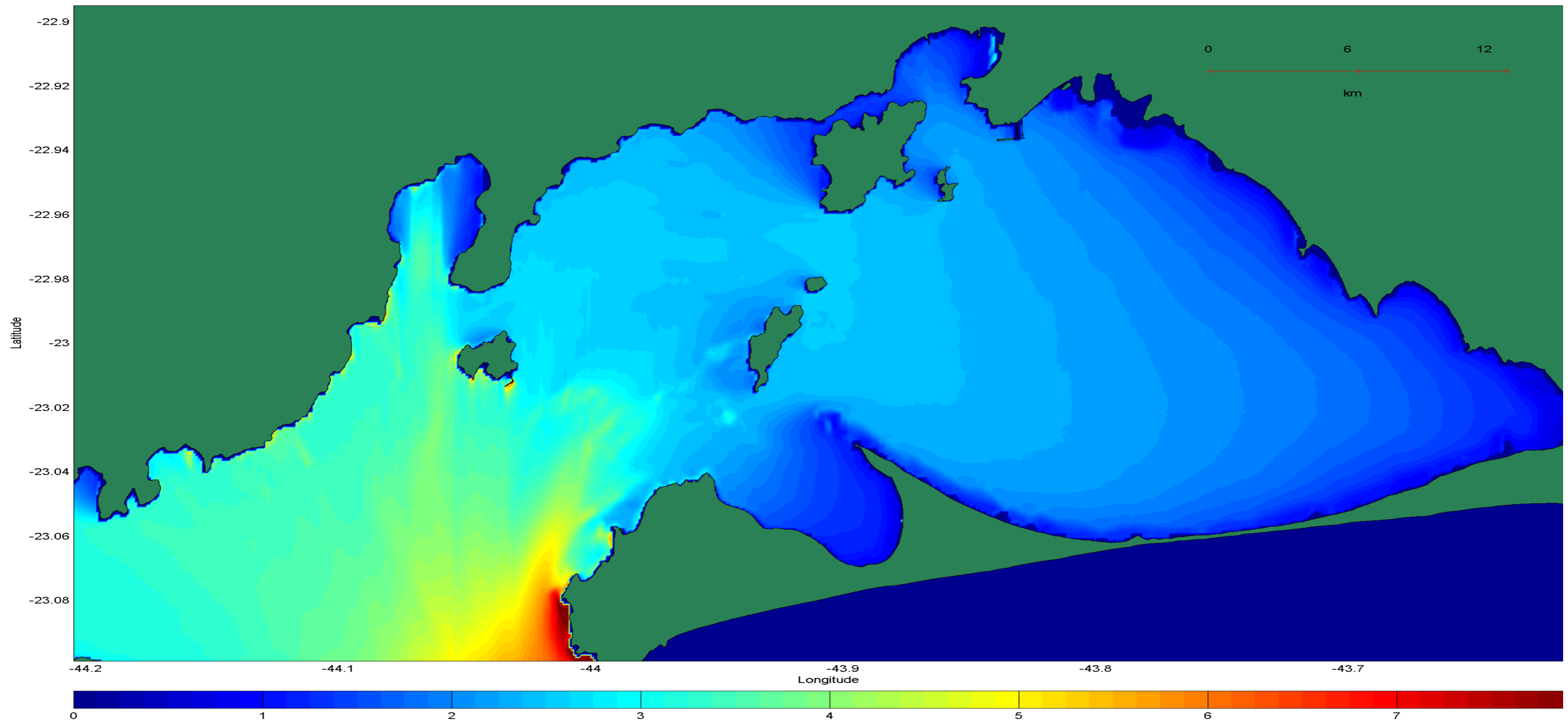


Figura 5.1-355 - Tp em segundos (s) para o Experimento 1 – Grade B.



A Figura 5.1-356 e a Figura 5.1-357 mostram as distribuições de Hs e Tp, respectivamente, para o experimento desenvolvido sem a presença do EBN. A Figura 5.1-358 e a Figura 5.1-359 apresentam a distribuição de Hs e Tp, respectivamente, com a presença do EBN.

Analisando essas figuras observa-se que para esse clima de onda proposto o principal efeito causado, tanto pelo Porto da LLX como do EBN, é da formação de uma região de sombra no Saco da Coroa Grande. Na Figura 5.1-360 e na Figura 5.1-361 **Erro! Fonte de referência não encontrada.** essa observação é facilitada, pois apresentam as diferenças de Hs e Tp entre a condição sem a presença das duas novas estruturas e as condições com a presença dessas. A Figura 5.1-360 mostra também a grande diferença de Hs que ocorre dentro da base naval, ressaltando que esta possui seu interior bem protegido de ação de ondas.

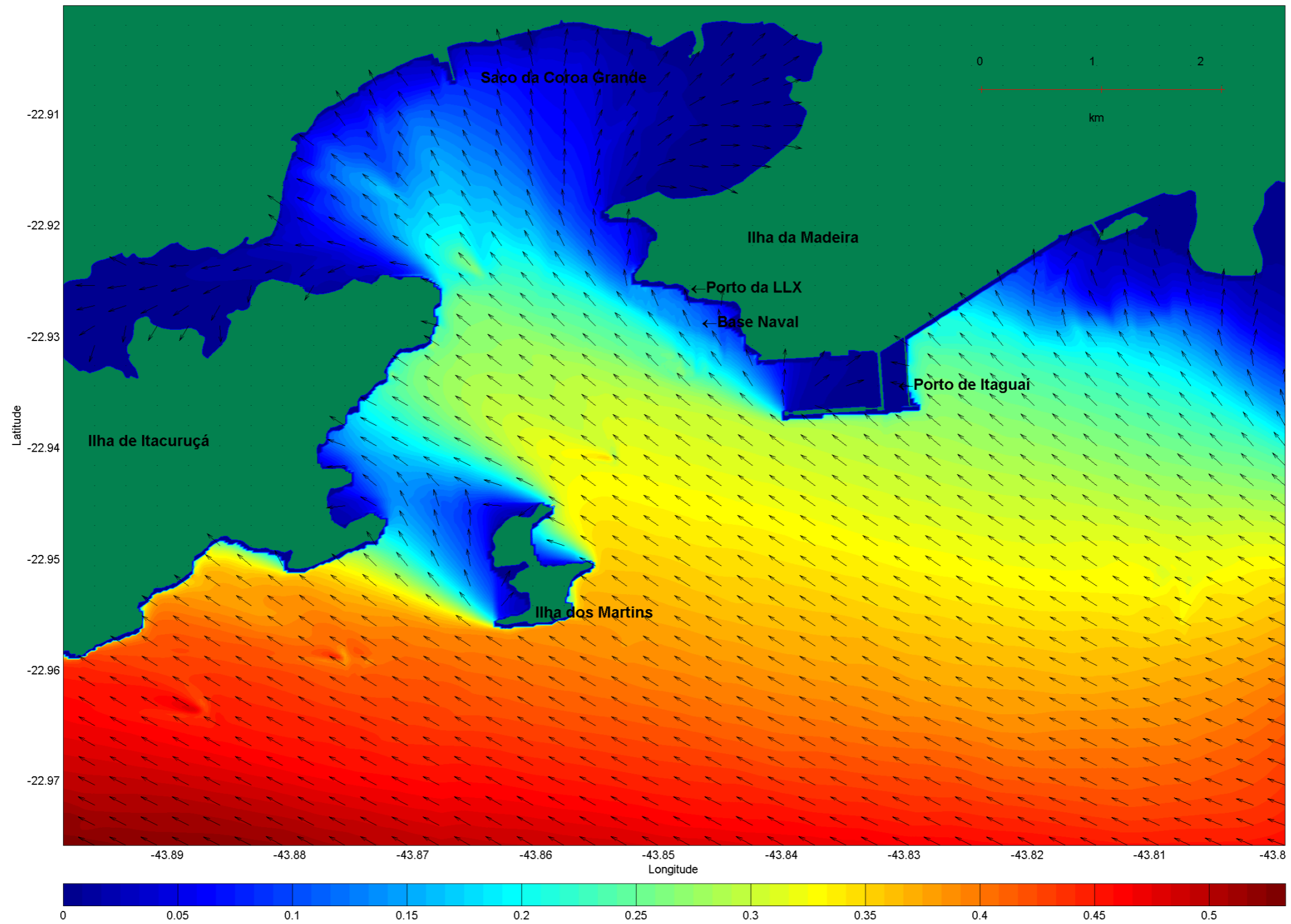


Figura 5.1-356 - Hs para o Experimento 1 - Grade C1.

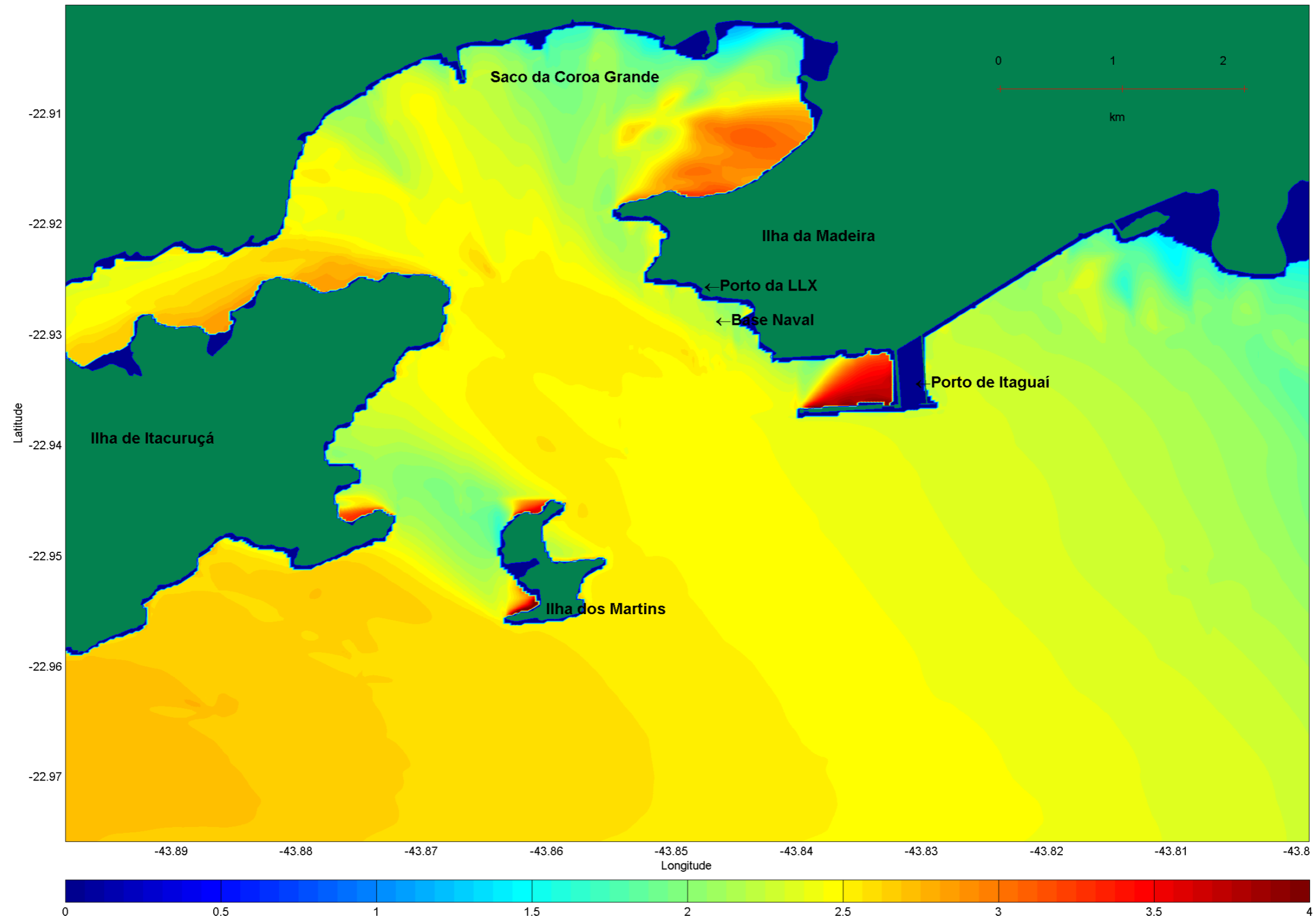


Figura 5.1-357 - Tp para o Experimento 1 – Grade C1.

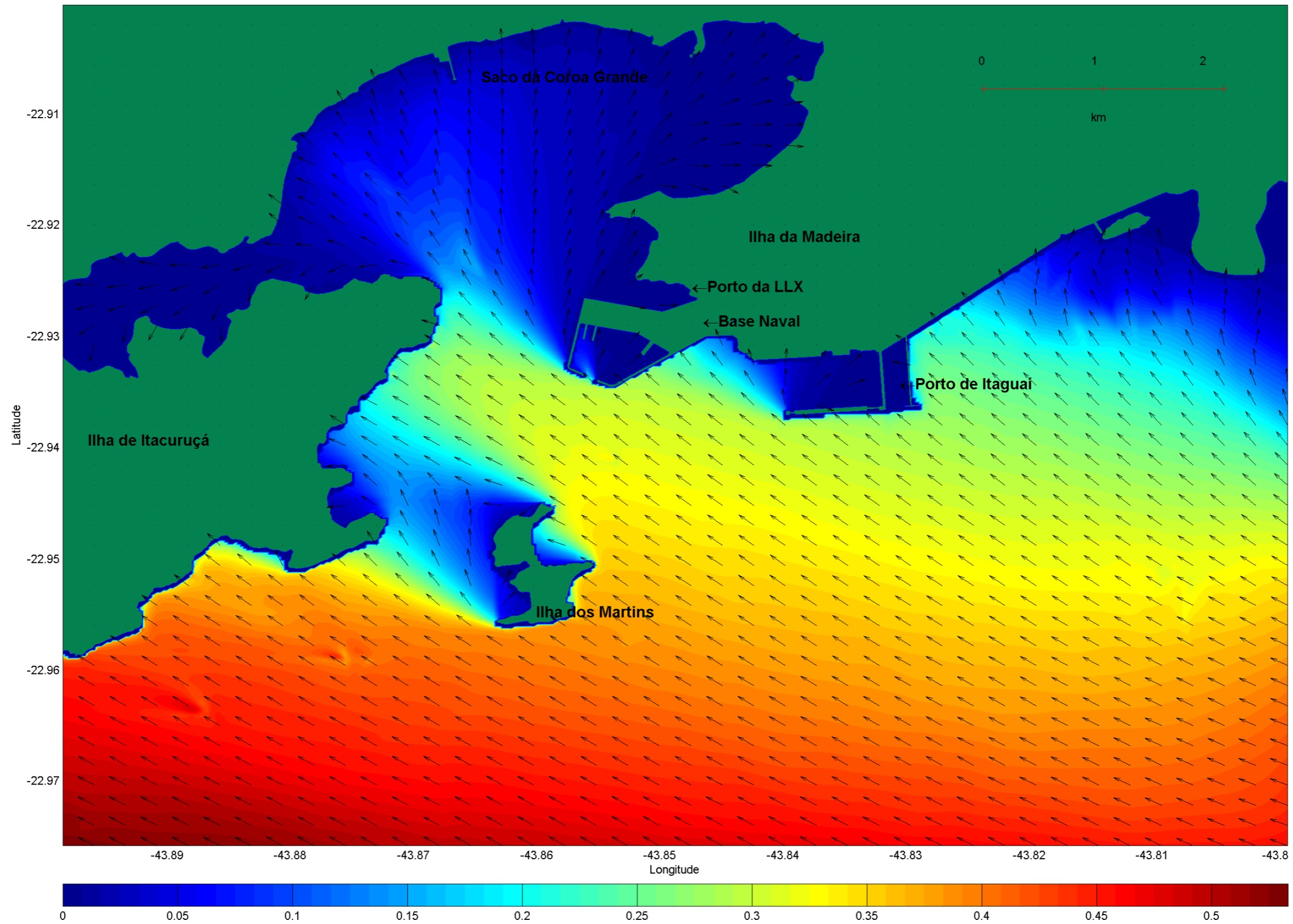


Figura 5.1-358 - Hs para o Experimento 1 – Grade C2.

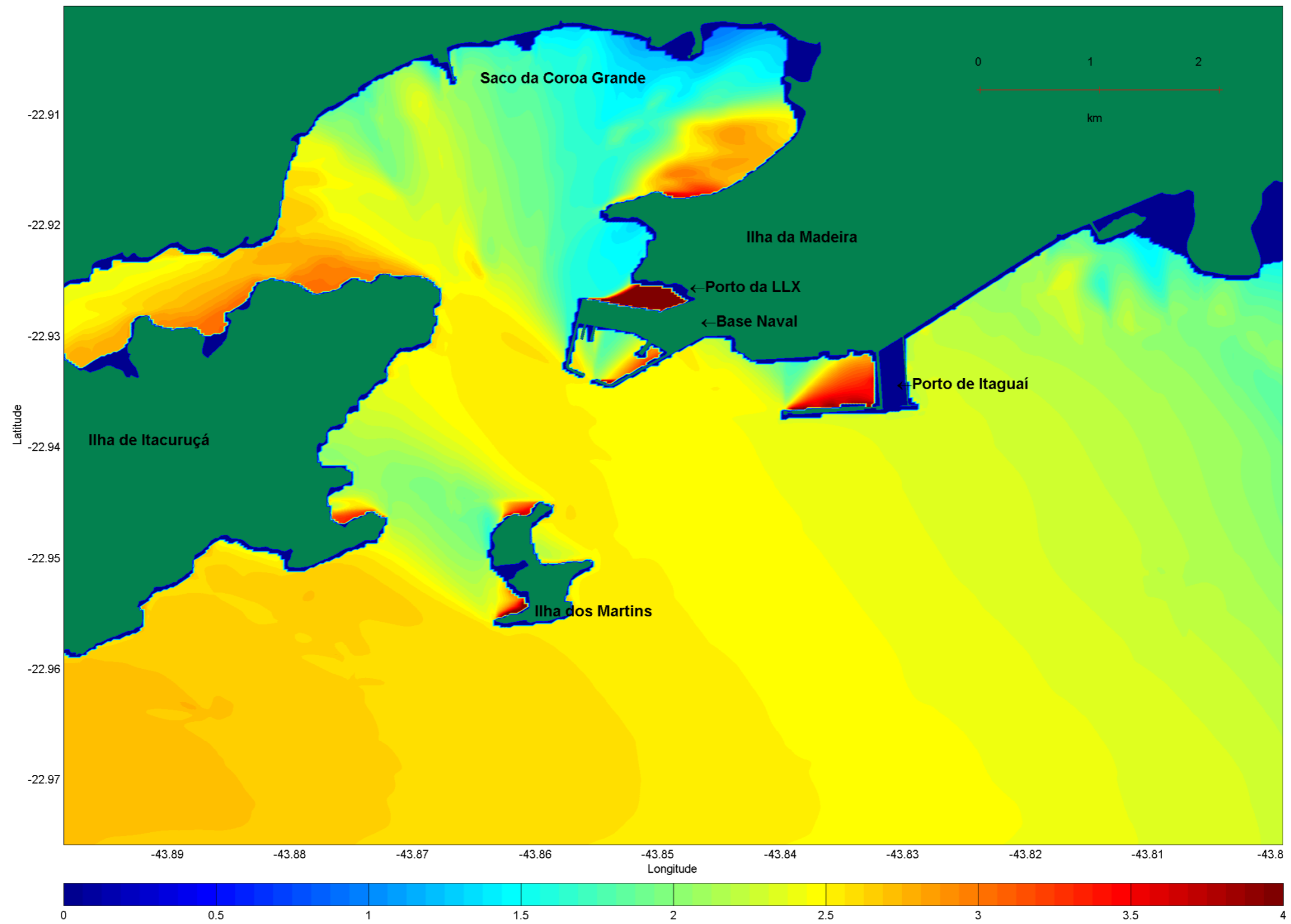


Figura 5.1-359 - Tp para o Experimento 1 – Grade C2.



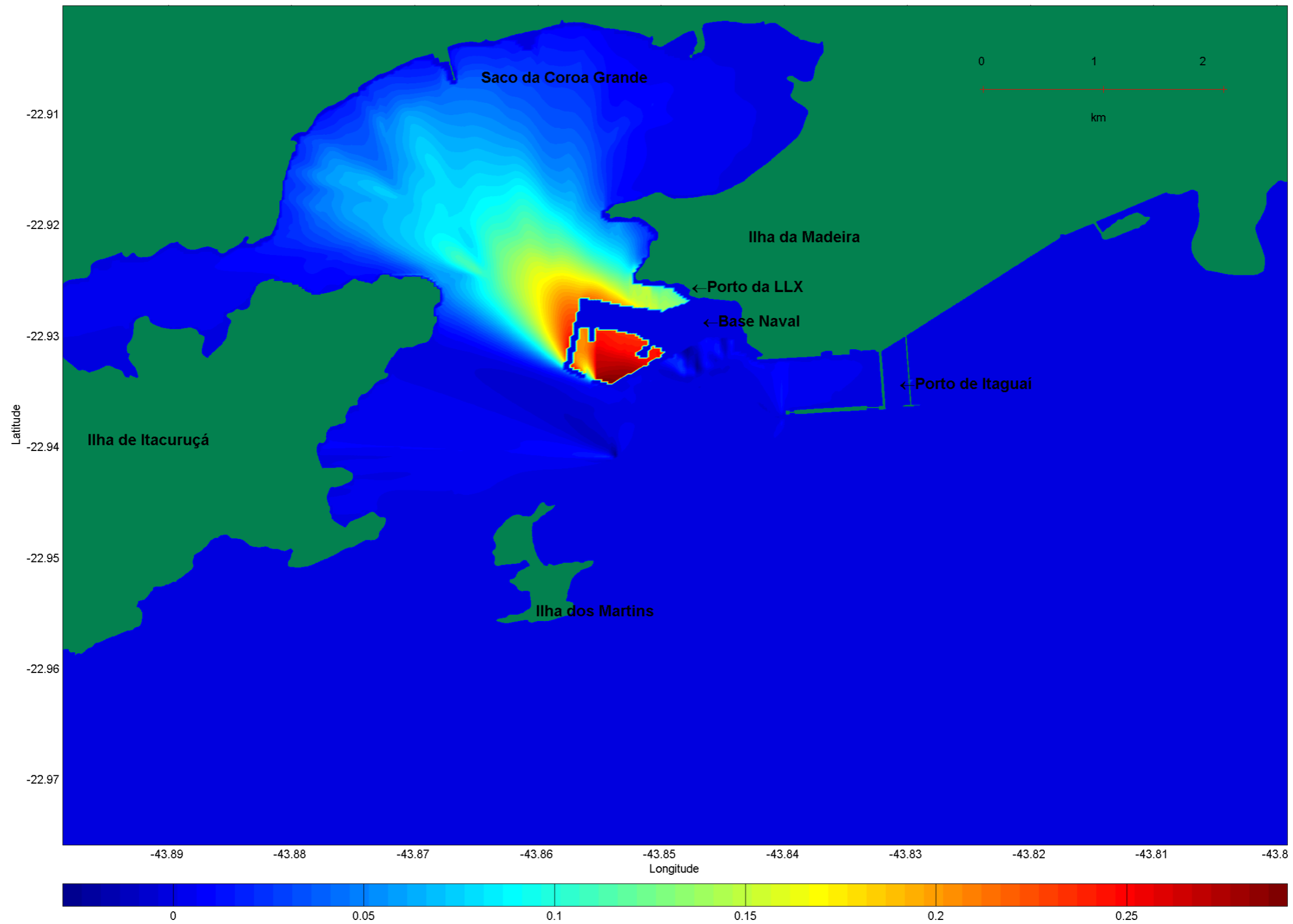


Figura 5.1-360 - Diferença da distribuição de Hs entre a Grade C1 e C2 – Experimento 1.

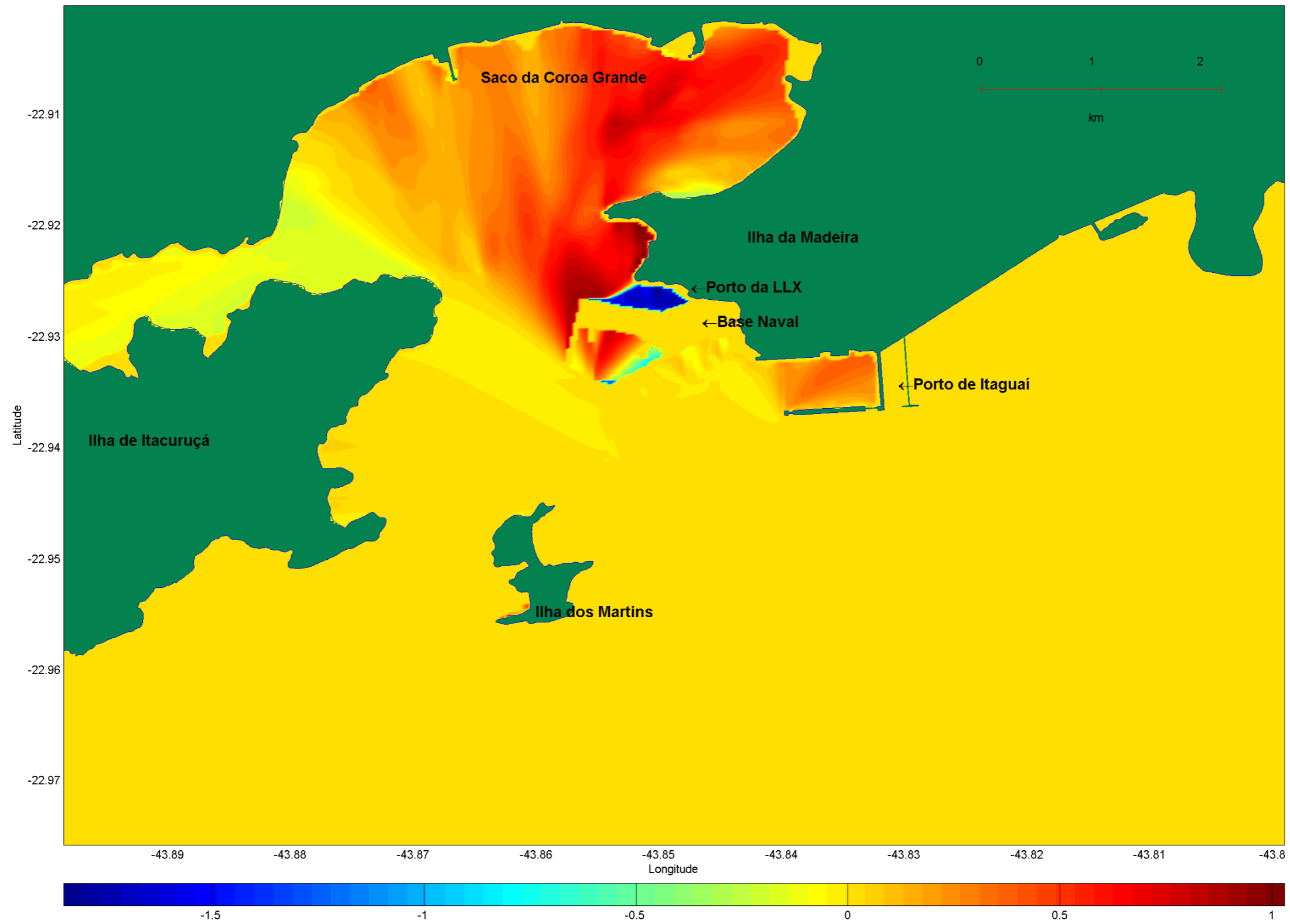


Figura 5.1-361 - Diferença da distribuição de Tp entre a Grade C1 e C2 – Experimento 1.

#### 5.1.9.2.3.2 Experimento 2 – Situação de mau tempo

A Figura 5.1-362 mostra a distribuição de altura significativa, para a Grade A. Pode-se observar que mesmo em casos com grande energia de onda, essa não chega próximo à região de interesse.

A Figura 5.1-363 e a Figura 5.1-364 mostram as distribuições de Hs e Tp, para a Grade B, respectivamente. A soma da ondulação proveniente de fora da baía mais as ondas formadas dentro dela geram ondas com alturas significativas consideráveis próximo à região do estaleiro (Figura 5.1-365).

A comparação entre a Figura 5.1-355 e a Figura 5.1-364 mostra que para condições de vento mais intensos (17m/s e pista de SW) pode ocorrer espectros mais energéticos. No entanto, esse continua pouco desenvolvido, como pode ser observado pelos pequenos Tp.

A Figura 5.1-365 e a Figura 5.1-366 mostram as distribuições de Hs e Tp, respectivamente, para a simulação desenvolvida sem a presença das duas novas estruturas. A Figura 5.1-367 e a Figura 5.1-368 mostram as distribuições de Hs e Tp, respectivamente, apenas com a base naval. A Figura 5.1-369 e a Figura 5.1-370 mostram as distribuições de Hs e Tp, respectivamente, com a presença das duas novas estruturas.

Pode-se observar que devido à direção principal de propagação, o efeito de sombra não é tão marcante quando comparado à simulação de bom tempo (Experimento 1).

Da Figura 5.1-371 à Figura 5.1-374 é apresentada a diferença entre o clima de ondas para as diferentes grades. Para o Experimento 2 as diferenças entre os resultados das simulações sem e com as novas estruturas é menor quando comparado ao Experimento 1. Provavelmente, a direção principal de propagação seja a responsável por essa menor diferença. Como foi observado no Experimento 1, o efeito de sombra no Saco da Coroa Grande é a principal interferência das estruturas no clima de ondas local. No caso do Experimento 2, a orientação, tanto do Porto da LLX como da base naval, não colaboram para o desenvolvimento desse efeito de sombra.

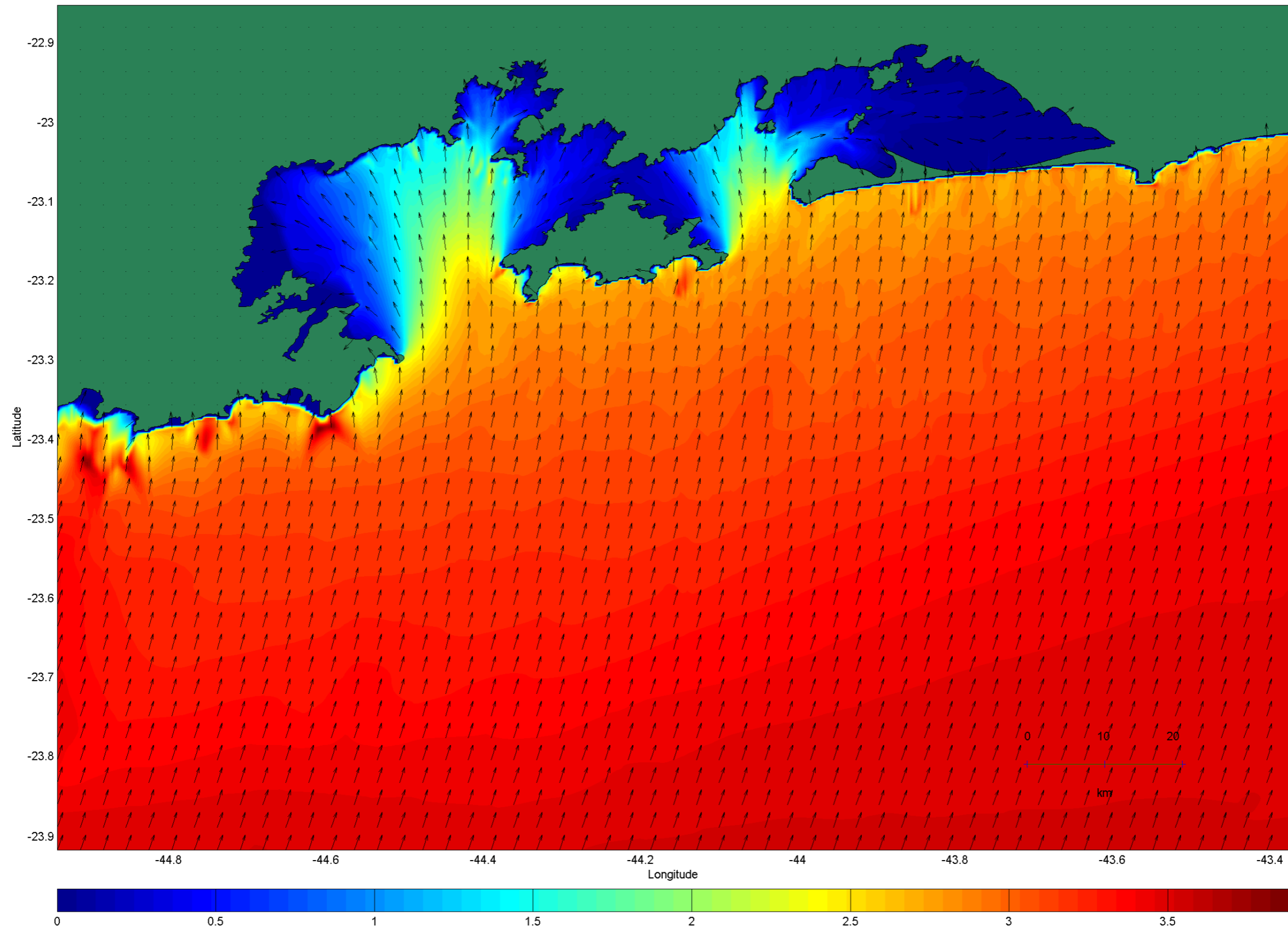


Figura 5.1-362 - Hs para o Experimento 2 – Grade A.

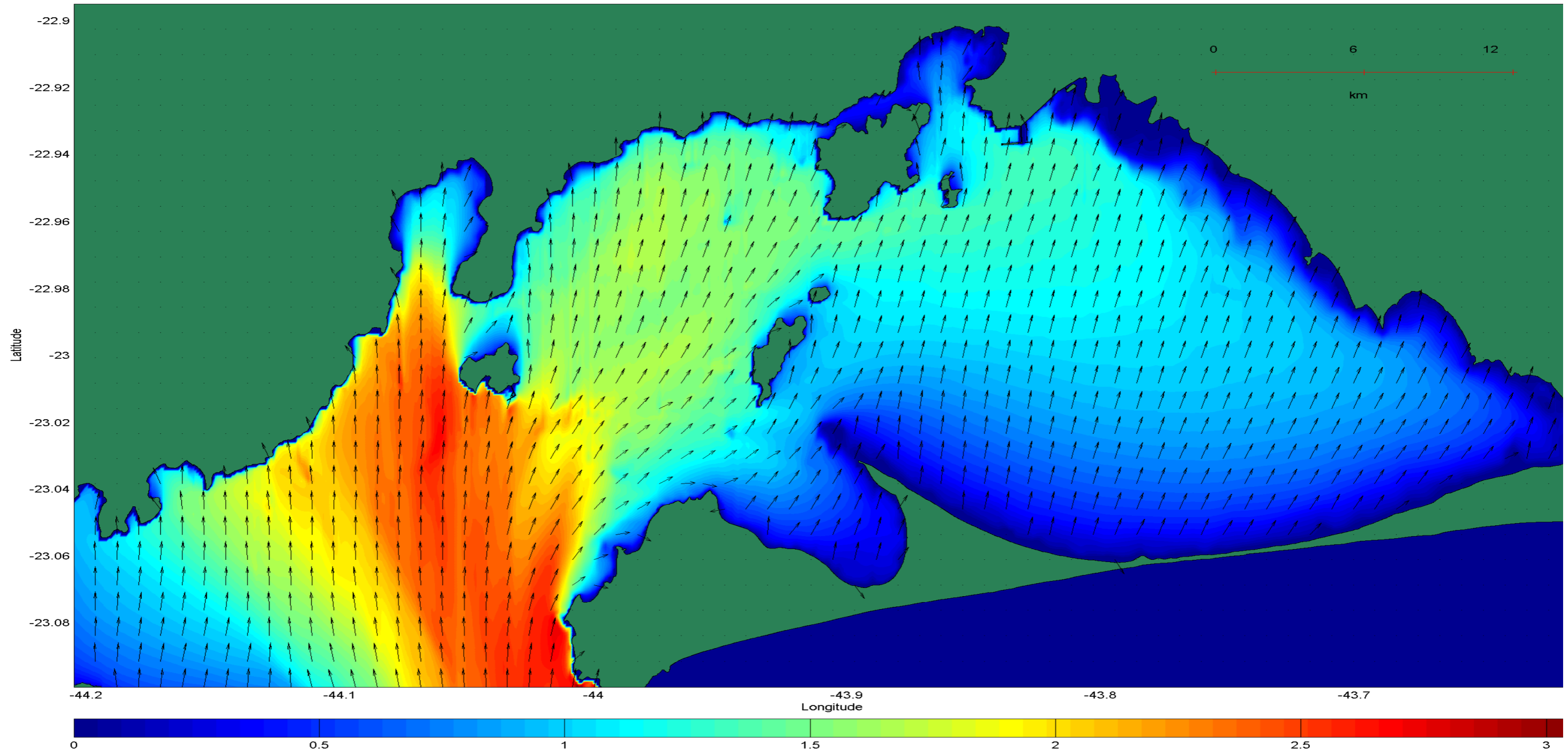


Figura 5.1-363 - Hs para o Experimento 2 – Grade B.



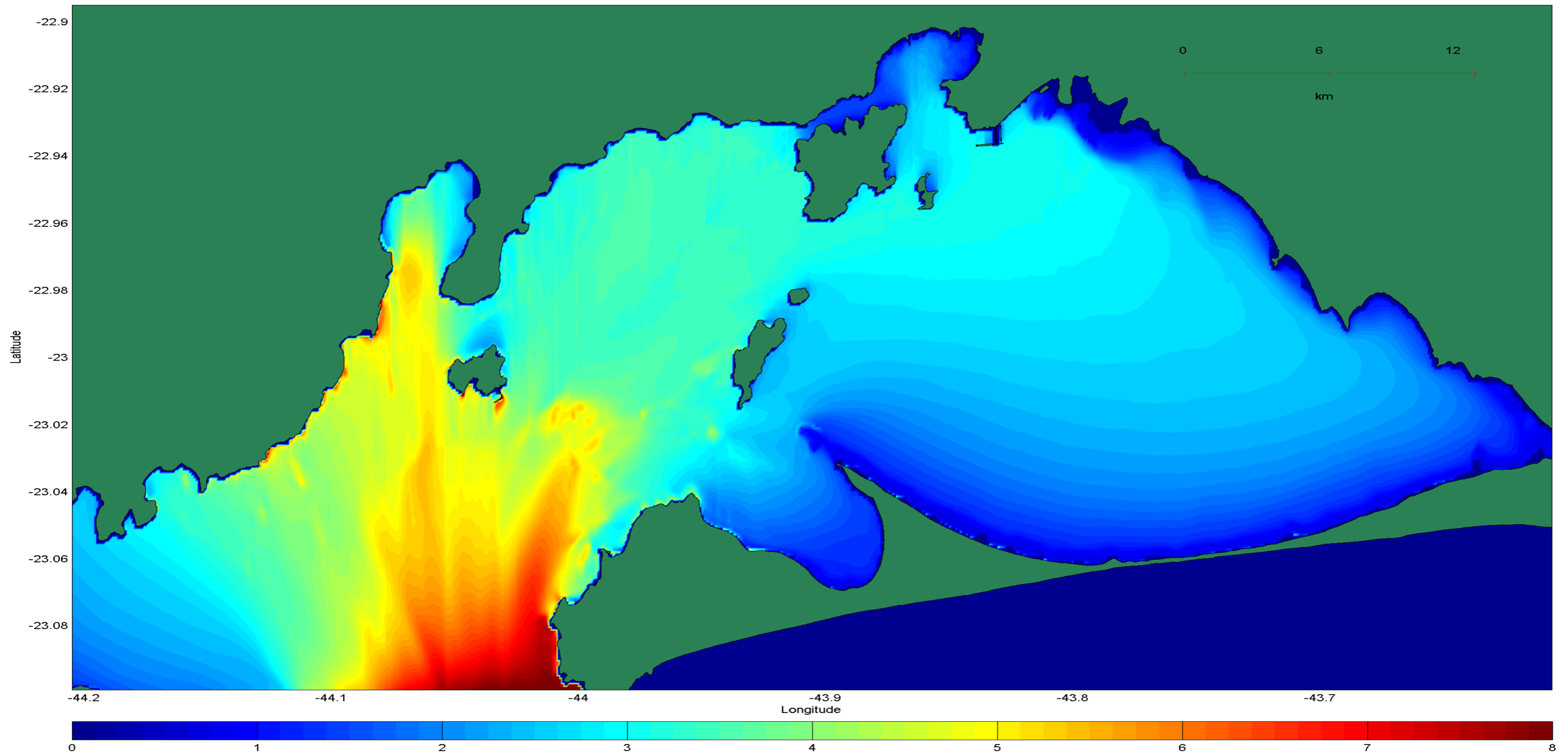


Figura 5.1-364 - Tp para o Experimento 2 – Grade B.

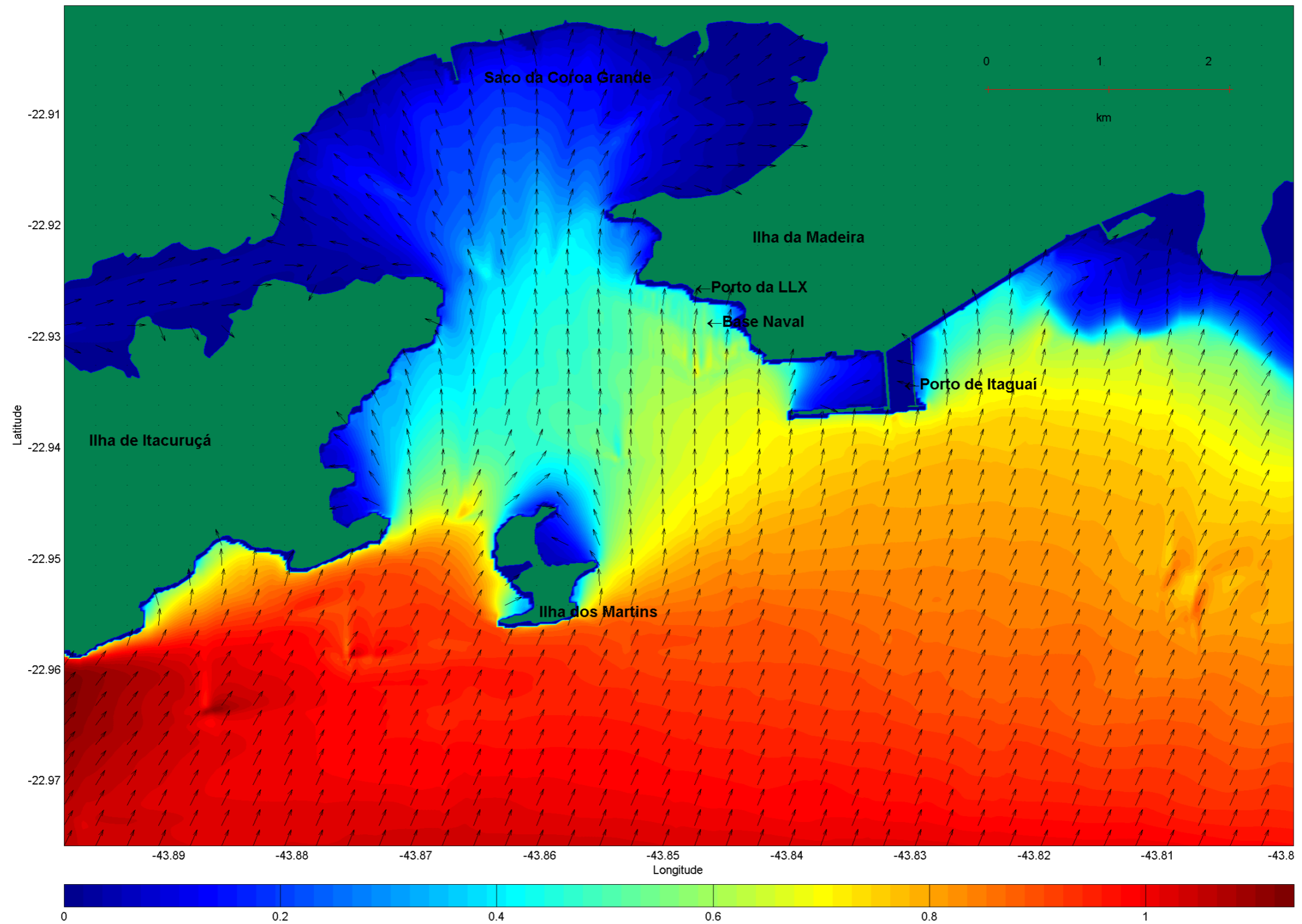


Figura 5.1-365 - Hs para o Experimento 2 – Grade C1.

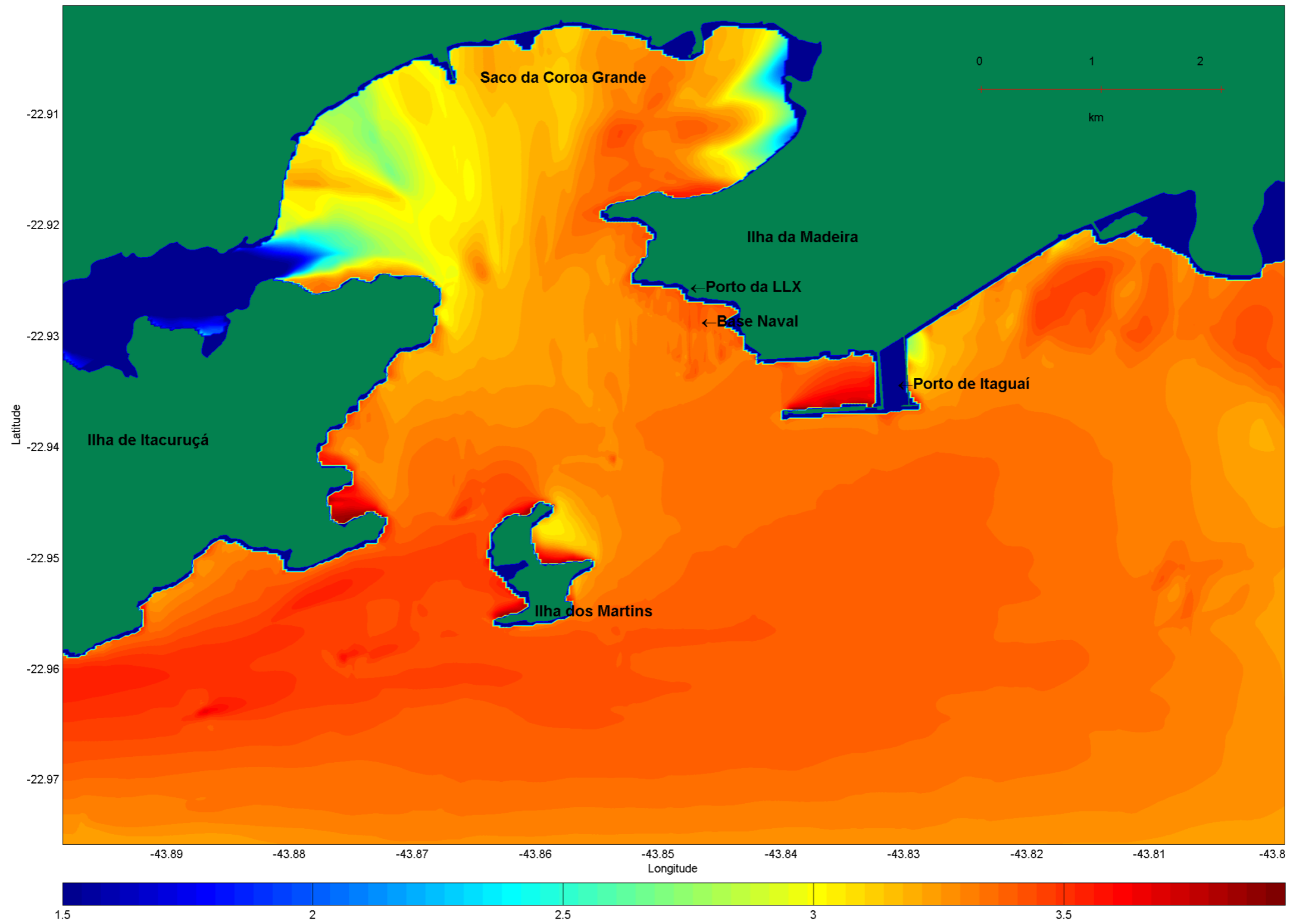


Figura 5.1-366 - Tp para o Experimento 2 – Grade C1.

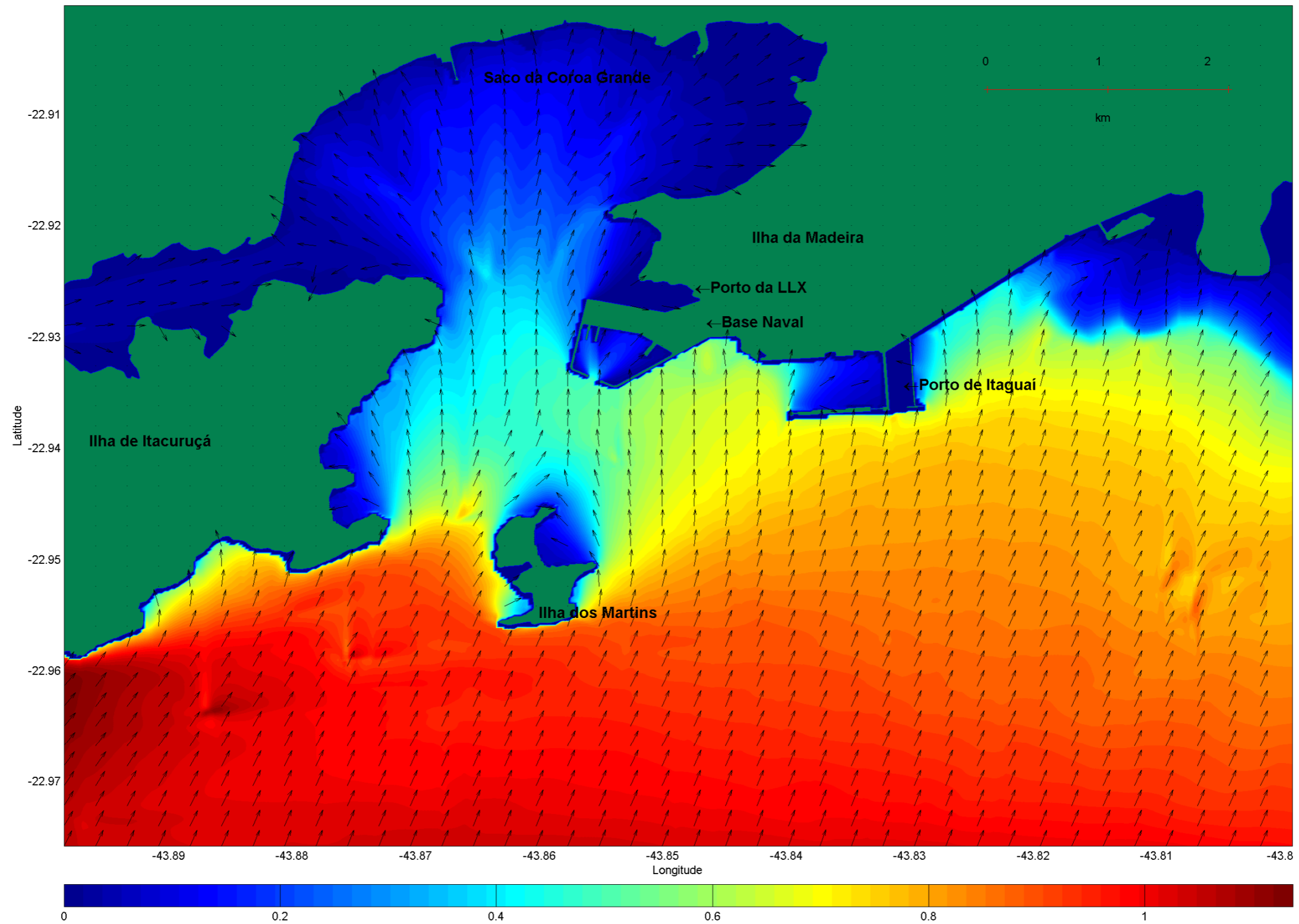


Figura 5.1-367 - Hs para o Experimento 2 – Grade C2.

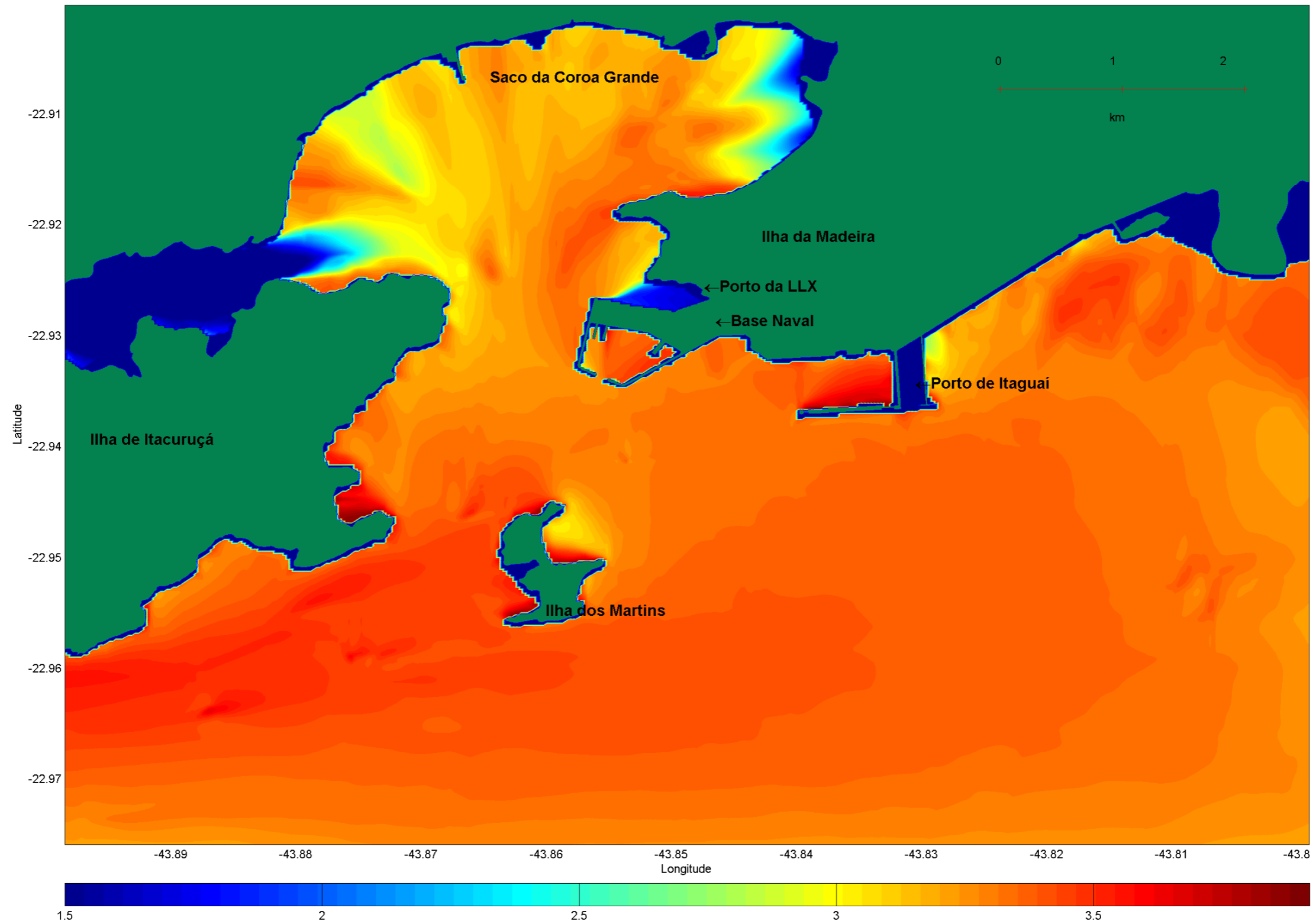


Figura 5.1-368 - Tp para o Experimento 2 – Grade C2.



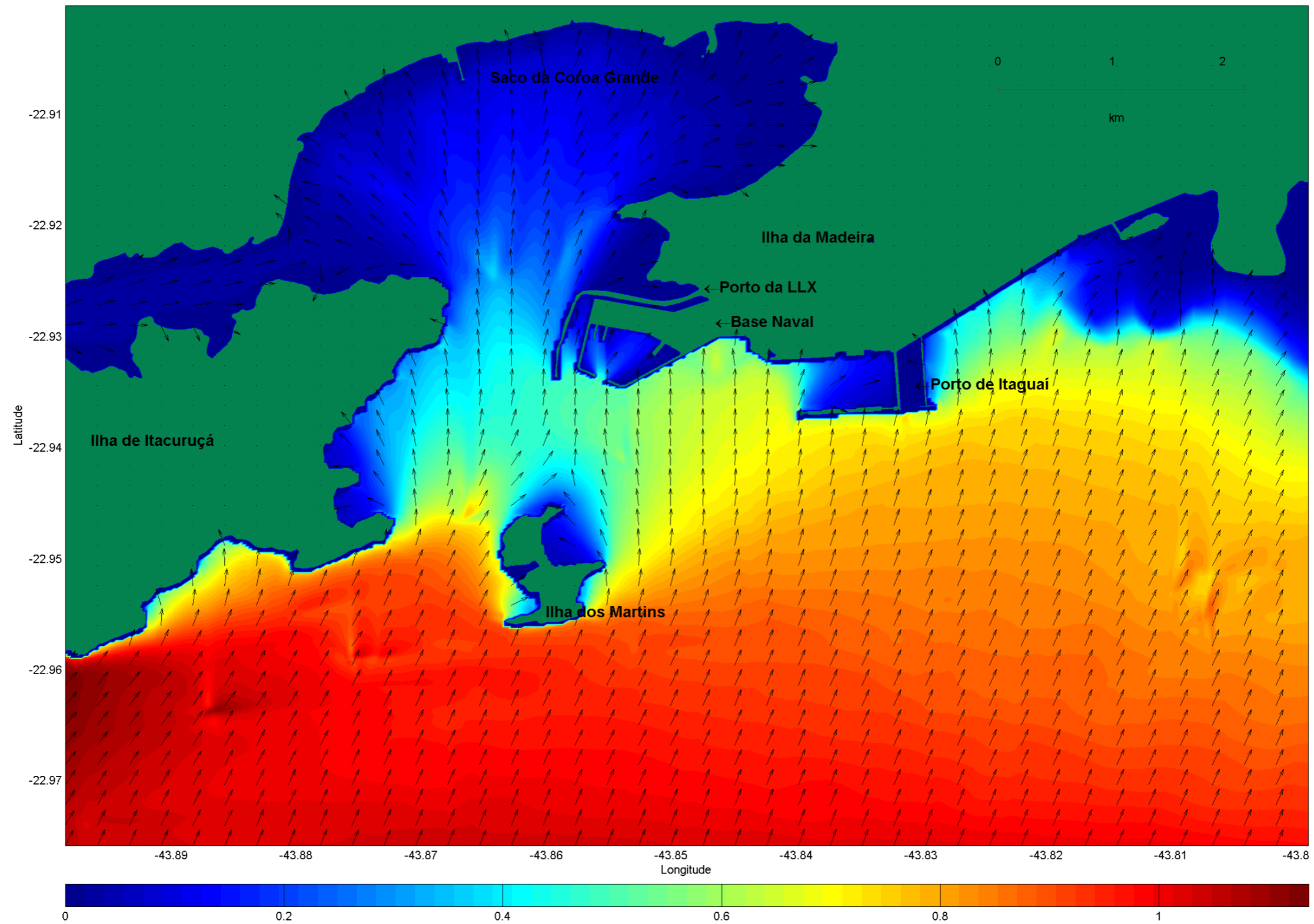


Figura 5.1-369 - Hs para o Experimento 2 – Grade C3.

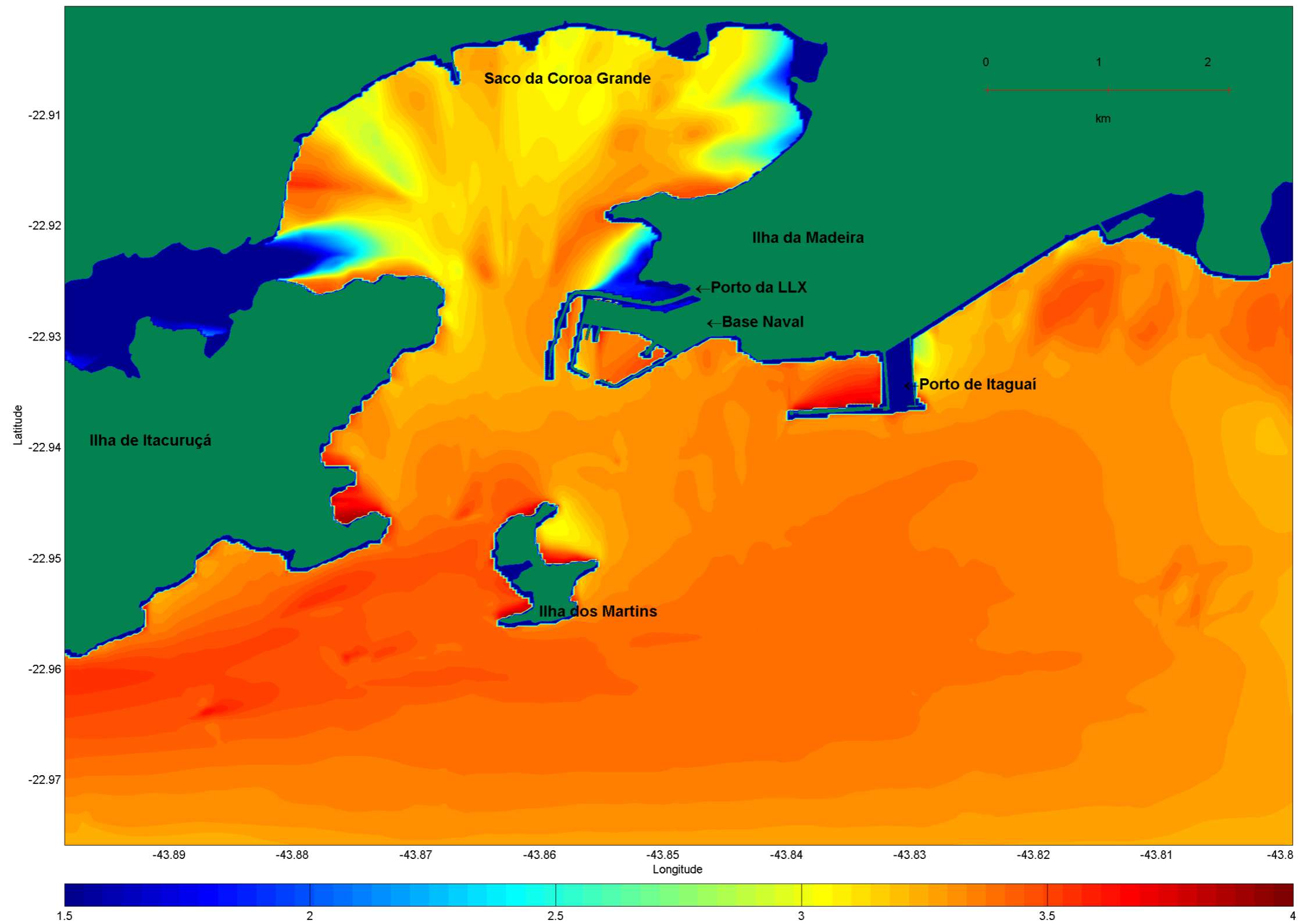


Figura 5.1-370 - Tp para o Experimento 2 – Grade C3.

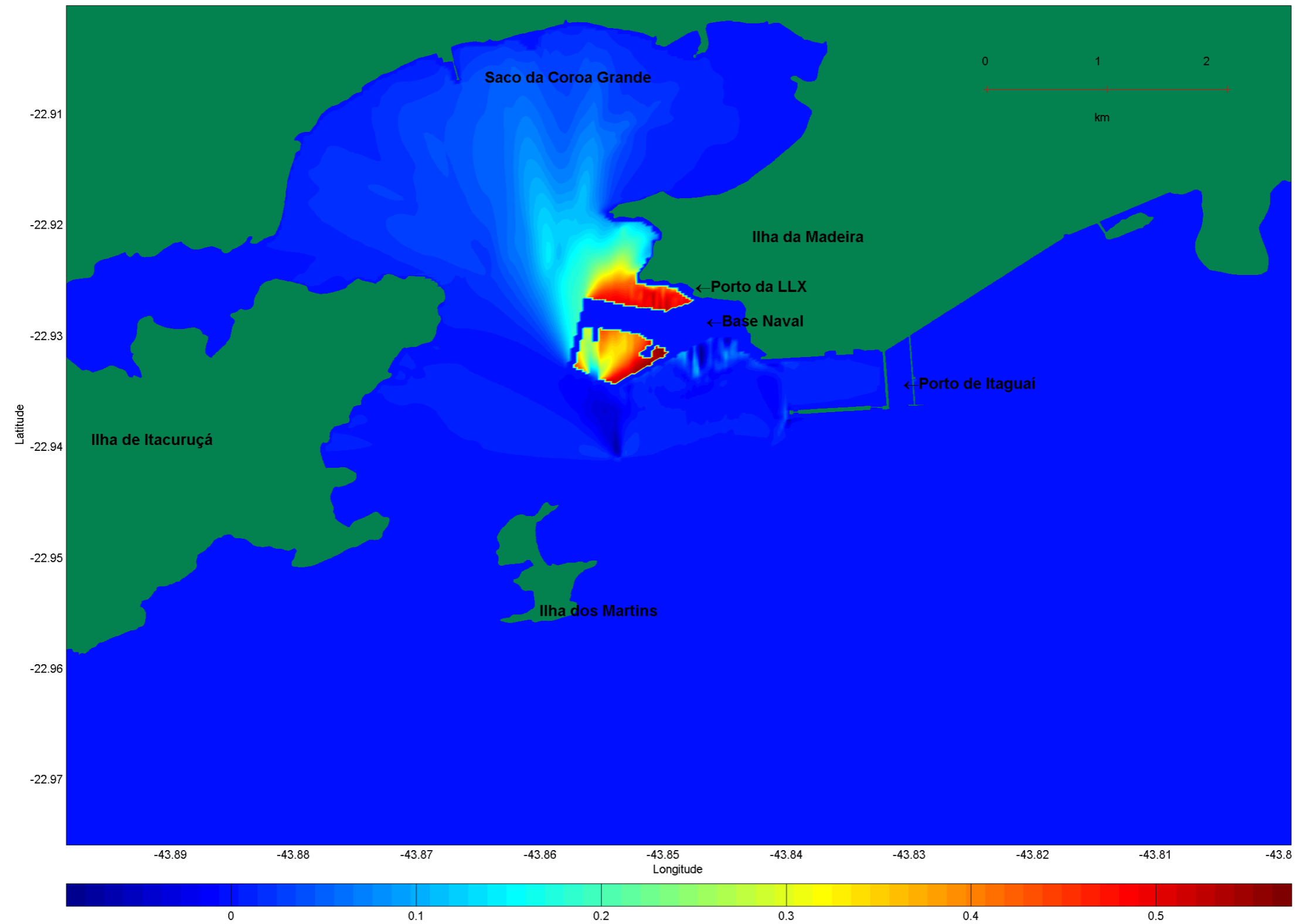


Figura 5.1-371 - Diferença da distribuição de Hs entre a Grade C1 e C2 – Experimento 2.

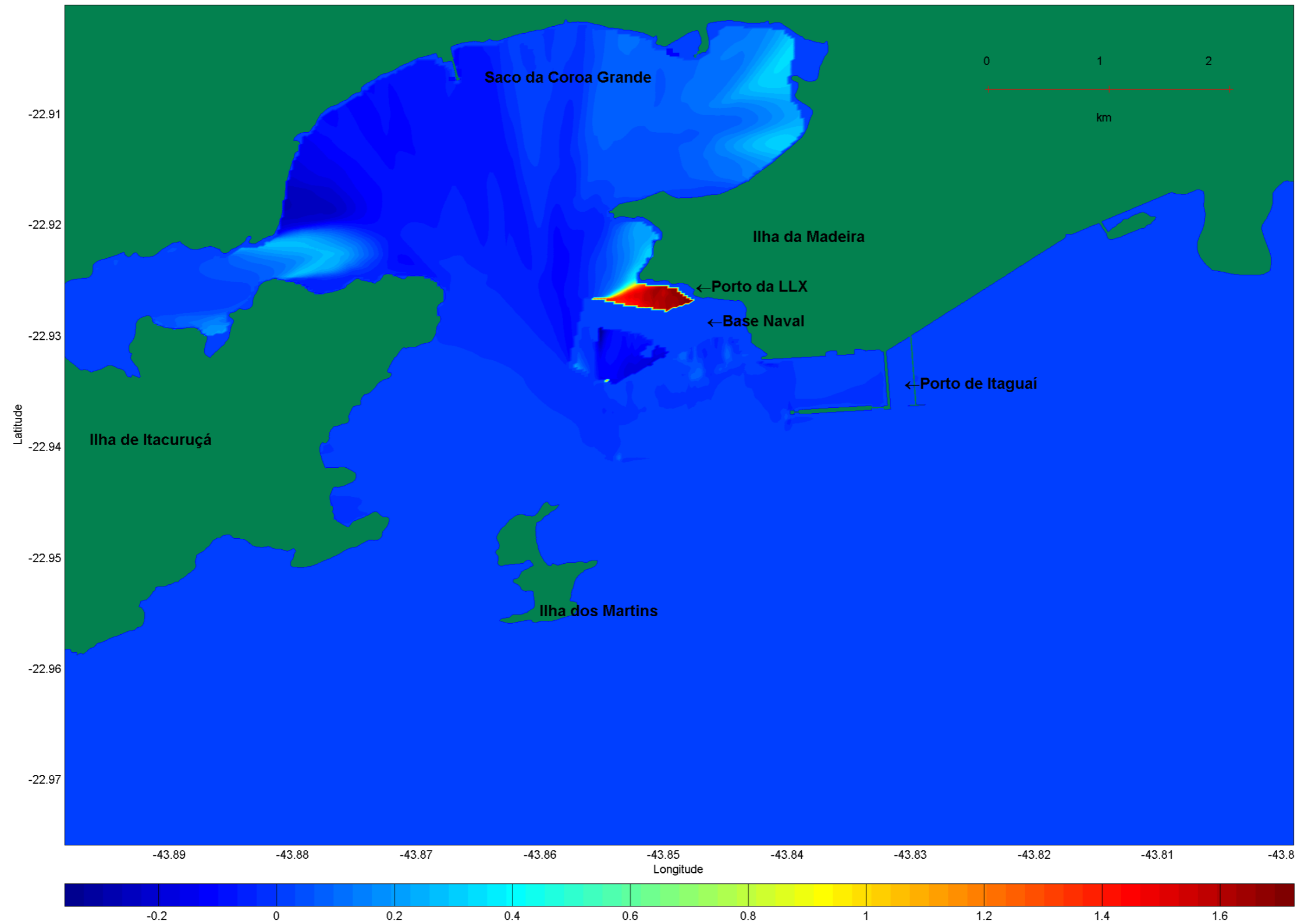


Figura 5.1-372 - Diferença da distribuição de Tp entre a Grade C1 e C2 – Experimento 2.

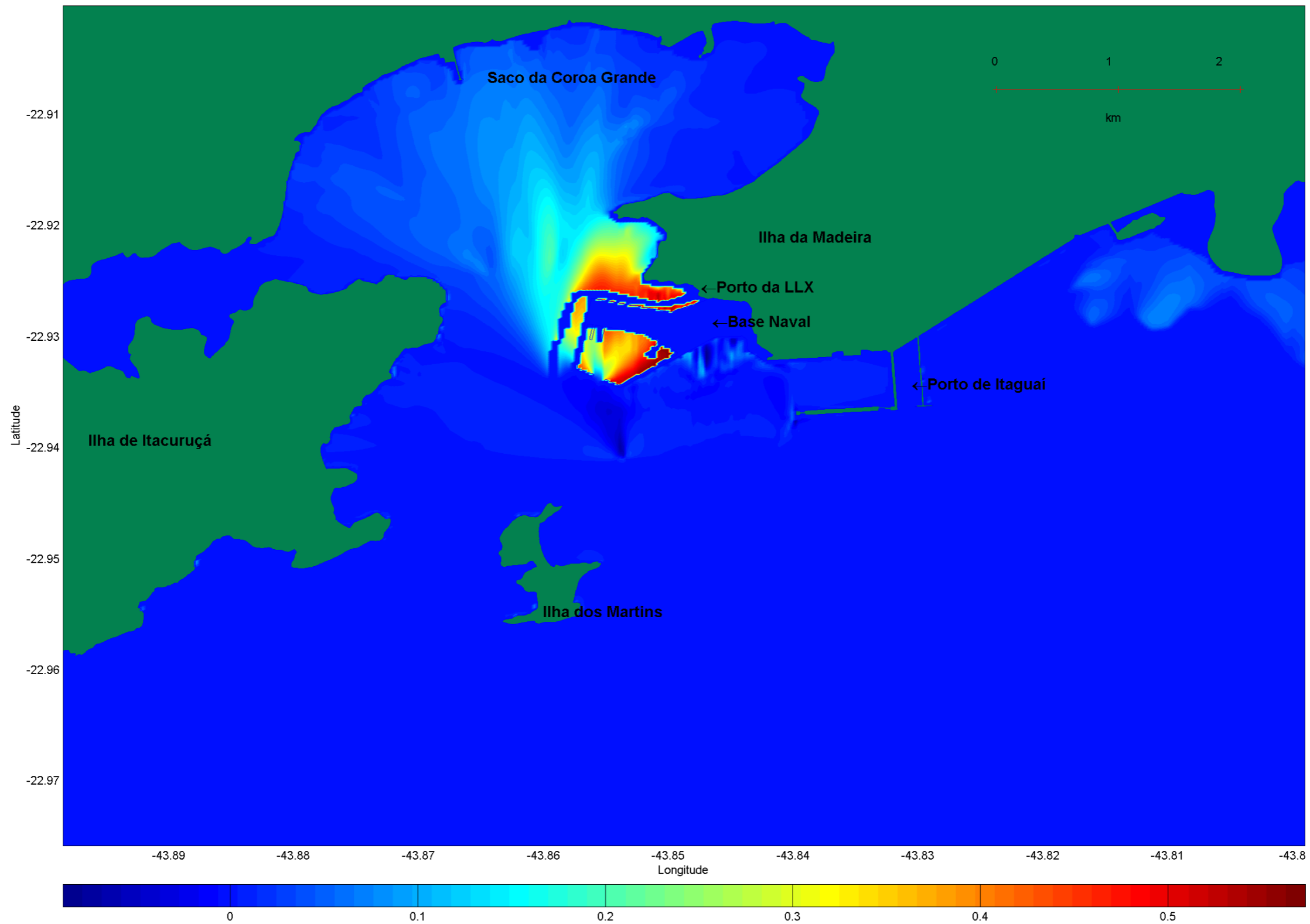


Figura 5.1-373 - Diferença da distribuição de Hs entre a Grade C1 e C3 – Experimento 2.



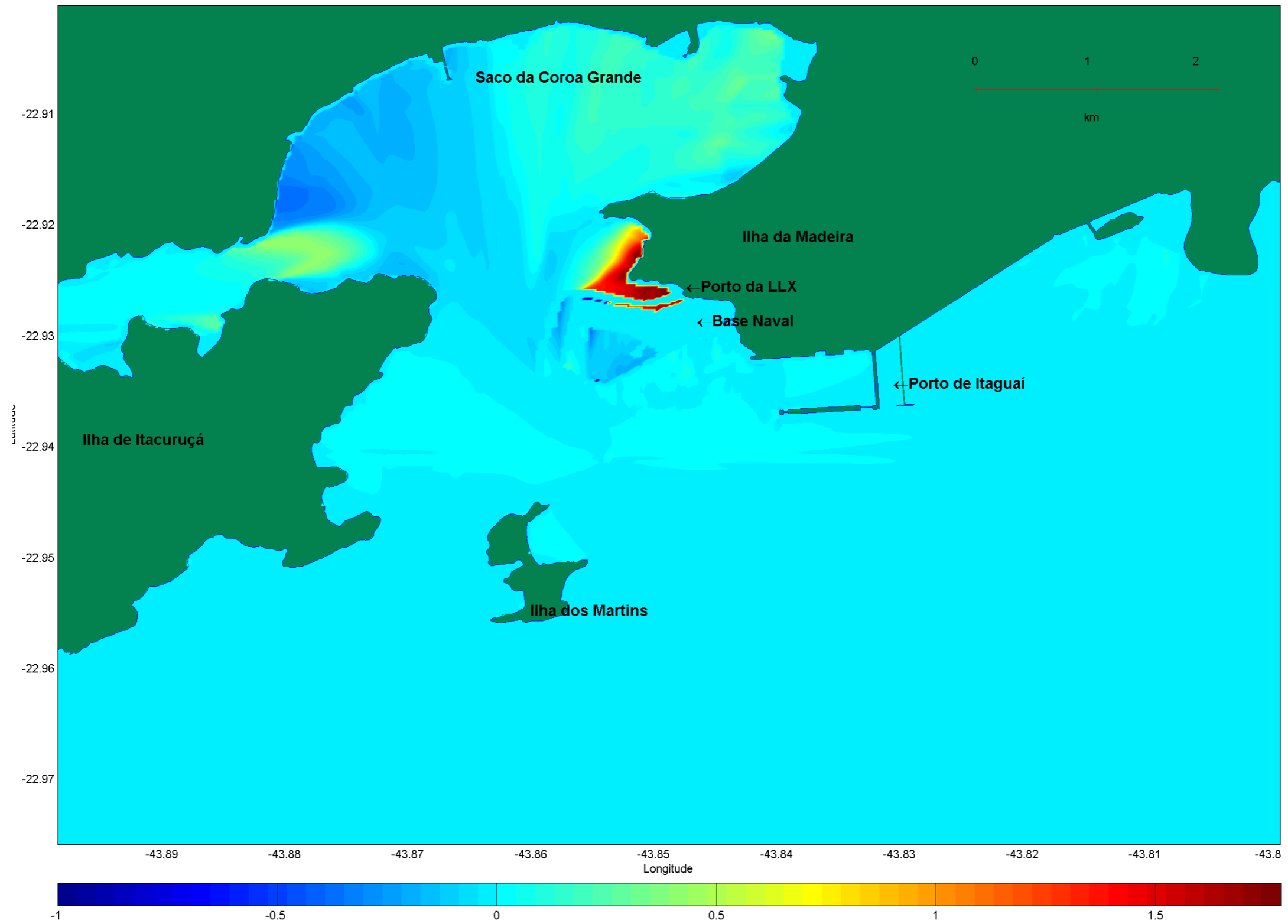
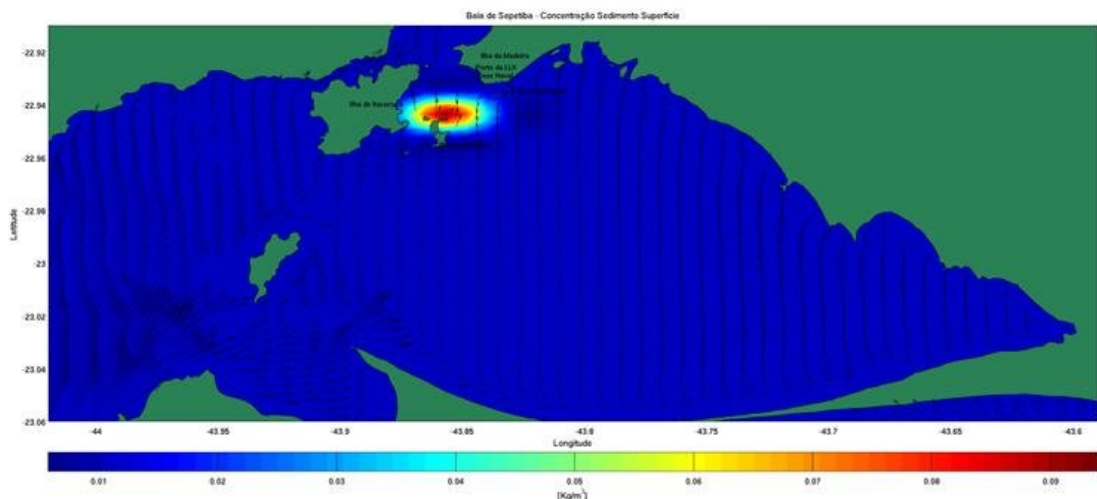


Figura 5.1-374 - Diferença da distribuição de Tp entre a Grade C1 e C3 – Experimento 2.

### 5.1.9.3 Advecção das Plumões de Dragagem e Descarte de Material Dragado

Afim de analisar os impactos causados pela pluma de sedimentos criada por ocasião da dragagem do canal de acesso, foram executados experimentos com o modelo ROMS para simular a advecção da pluma pelas correntes de maré e correntes geradas por vento. As informações fornecidas pelo empreendedor consideram que serão retirados 2,2 milhões de metros cúbicos de argila e lama orgânica, um milhão de areia siltosa e um milhão de areia fina, num total de 4,2 milhões de metros cúbicos de sedimentos. Para as simulações numéricas com o modelo ROMS, considerou-se que apenas o material mais fino (argila e lama) deverão ficar em suspensão, formando a pluma de sedimentos. Como condição inicial para a modelagem considerou-se que a concentração média de lama na água antes da execução da dragagem, ou seja, a concentração de fundo (também conhecida como concentração de “background”) era de 10 mg/l, e que a pluma gerada pela dragagem apresentará um valor de 10 vezes a concentração de fundo. Considerou-se também que a pluma gerada no momento inicial tem forma circular, com raio de 892 metros e área de 2.500.000 m<sup>2</sup>.

Dadas essas condições iniciais, a simulação com o modelo ROMS foi executada de forma que a pluma inicial fosse advectada pela correntes. Os mapas apresentados a seguir mostram a concentração de sedimento na superfície em diferentes instantes de tempo. Na Figura 5.1-375 é apresentada a pluma no instante inicial, na Figura 5.1-376 em um instante em que as correntes são de enchente e na Figura 5.1-377 em instante de vazante. Os resultados mostram uma tendência para o espalhamento lateral, no sentido leste oeste, devido a ação das correntes de maré.



**Figura 5.1-375 – Concentração de sedimento em mg/l mostrando a pluma de dragagem no momento inicial**

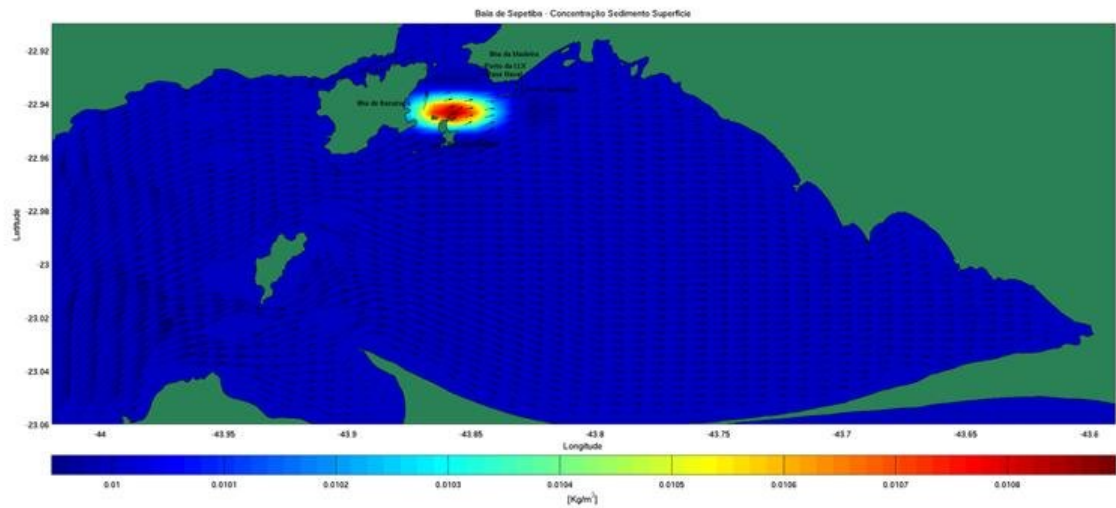


Figura 5.1-376 – Concentração de sedimento em mg/l mostrando a pluma de dragagem em momento de correntes de enchente

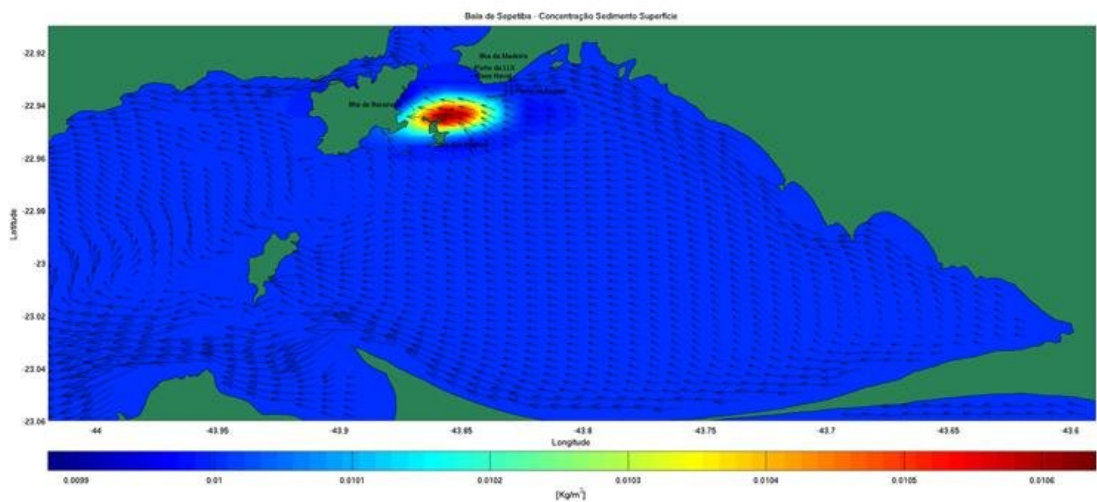


Figura 5.1-377 - Concentração de sedimento em mg/l mostrando a pluma de dragagem em momento de correntes de vazante

#### 5.1.9.3.1 Conclusões da Modelagem

Os resultados dos experimentos com o modelo ROMS no cenário controle (sem as obras) mostram que as maiores correntes de enchente são encontradas ao norte da Ilha de Itacuruçá, no Canal de Itacuruçá, e ao sul dessa ilha. Na porção sul da ilha, as correntes contornam a Ilha dos Martins, formando correntes intensas ao norte e ao sul da Ilha dos Martins (Figura 5.1-334).

No cenário de correntes vazantes (Figura 5.1-335) as mais intensas estão nos mesmos locais, porém as correntes máximas estão localizadas ao norte da Ilha dos Martins, entre essa ilha e a Ilha de Itacuruçá.

No cenário que mostra as correntes residuais (Figura 5.1-336) os maiores valores ocorrem no Canal de Itacuruçá e ao norte da Ilha dos Martins. É interessante ressaltar que as correntes residuais formam um giro no sentido anti-horário em torno dessas duas ilhas, de forma que as correntes entram na enseada pelo lado sul, contornam as duas ilhas e saem pelo Canal de Itacuruçá. Valores relativamente altos ocorrem entre a Ilha de Itacuruçá e a Ilha da Madeira, nas proximidades do empreendimento.

No cenário II (apenas o EBN), os padrões de correntes encontrados no caso de enchente, vazante e correntes residuais não é muito diferente do caso anterior. O mesmo giro anti-horário foi encontrado nas correntes residuais. No entanto, as correntes residuais são mais intensas aqui do que no caso anterior, especialmente na região entre as Ilhas da Madeira e de Itacuruçá, onde o fluxo foi estrangulado.

No cenário III, que contém o EBN e o porto da LLX, a maior alteração foi encontrada nas correntes residuais (Figura 5.1-345), onde se observa que o giro anti-horário em torno das duas ilhas foi intensificado consideravelmente.

Essas alterações ficam mais evidentes nas figuras que apresentam as diferenças entre cenários. Na comparação entre o cenário II (apenas o EBN) e o cenário controle, as maiores alterações, tanto no caso de corrente de enchente (Figura 5.1-346) quanto no caso de corrente de vazante (Figura 5.1-347), ocorreram ao sul do empreendimento, onde as correntes ficaram mais intensas em presença do empreendimento do que na ausência dele. No caso das correntes residuais (Figura 5.1-348), ficaram mais intensas em presença do empreendimento em três locais: ao sul do empreendimento, à direita da Ilha dos Martins e na área entre o empreendimento e a Ilha de Itacuruçá. Correntes ligeiramente mais intensas foram encontradas em presença do empreendimento na enseada da Coroa Grande.

Na comparação entre o cenário que contém as duas obras e o cenário controle, as alterações de correntes foram mais intensas ao sul e ao norte das obras e também no Canal de Itacuruçá, onde se observou uma intensificação das correntes no cenário

que contém as duas obras em comparação ao cenário controle (Figura 5.1-343 e Figura 5.1-344). Na figura que mostra as correntes residuais (Figura 5.1-345) nota-se que foram intensificadas especialmente na área localizada entre a Ilha de Itacuruçá e os empreendimentos. No saco da Coroa Grande, as correntes ficaram ligeiramente mais intensas no cenário que contém as duas obras.

Em termos de dinâmica sedimentar, as maiores alterações ocorreram no canal de Itacuruçá, na área localizada entre a Ilha de Itacuruçá e os empreendimentos, e ao sul dos empreendimentos. Essas áreas tornaram-se erosivas, como pode ser observado nos mapas que mostram o stress das correntes com o fundo (Figuras 53, 54 e 55). Outra área crítica é a área localizada bem ao norte dos empreendimentos, entre o Porto da LLX e o continente (costa da Ilha da Madeira). Essa área teve sua dinâmica bastante reduzida, tornando-se uma área deposicional.

Na parte central do Saco da Coroa Grande observou-se um ligeiro aumento do stress com o fundo, que pode acarretar diminuição das taxas deposicionais.



## BIBLIOGRAFIA

ADMIRALTY 1998. The Admiralty Tide Tables, Volume 2, NP 202-98. Published by the Hydrographer of the Navy.

ALMEIDA, F. F. M. 1967. Origem e evolução da plataforma brasileira. In: Bol. DGM/DNPM, 246, 36p. Rio de Janeiro.

ALMEIDA, F. F. M. 1969. Divisão Cronoestratigráfica do Pré-Cambriano da Plataforma Brasileira. In: XXXIII Congr. Bras. Geol., Resumos, Salvador.

ALMEIDA, F. F. M. 1991. O alinhamento magmático de Cabo Frio. In: II Simpósio de geologia do sudeste, SBG, São Paulo. Anais, p. 423-428.

ALMEIDA, F. F. M. de; HASUI, Y.; NEVES, B. B. de B. & FUCK, R. A. 1977. Províncias Estruturais Brasileiras. In: Atas Simp. Geol. Nordeste, Campina Grande.

ALMEIDA, J. C. H.; TUPINAMBÁ, M.; HEILBRON, M. & TROUW R. 1998 Geometric and Kinematic analysis at the Central Tectonic Boundary of the Ribeira Belt, Southeastern Brazil. In: 39 Congr. Bras. Geol., Anais, Belo Horizonte.

ALMEIDA, P.M.P. Fenômenos meteorológicos extremos e a segurança das instalações nucleares. Dissertação de Mestrado. Instituto Militar de Engenharia. Brasil. 2006.

ANDRE, R.G.B. et.al. Identificação de regiões pluviometricamente homogêneas no Estado do Rio de Janeiro, utilizando-se valores mensais. Revista Brasileira de Meteorologia, v.23, n.4, 501-509. 2008.

ANGELIER, J. & MECHLER, P. 1977. Sur une méthode graphique de recherche des contraintes principales, également utilisable en tectonique et en seismologie: la méthode des diédres droits. Bull. Soc. Geol. Fr., 7: 1309-1318.

ANNAN AP & COSWAY SW. 1992. Ground penetrating radar survey design. In: Symposium on the Application of Geophysics to Engineering and Environmental Problems, 5ft, Oakbrook, Illinois. Proceedings., Oakbrook, SAGEEP, 2: 329-352.

ASSUMPÇÃO, M. 1992. The regional intraplate stress field in South America. J. Geophys. Res., 97: p. 11889-11903.

ASSUMPÇÃO, M. Focal Mechanism of Small Earthquakes in the Southeastern Brazilian Shield: a Test of Stress Models of the South American Plate. Geophys. J. Int., 1998. 133:490-498.

ASSUMPÇÃO, M. Terremotos no Brasil. Ciência Hoje, 1983. v.1, n.6, p.13-20.

ASSUMPÇÃO, M. The regional intraplate stress field in South America. J. Geophys. Res., 97: 1992. 11889-11903.

ASSUMPÇÃO, M.; BARBOSA, J.R.; BERROCAL; J.; BASSINI, A.M.; VELOSO, J.A.V.; MÄRZA, V.I.; HUELSEN, M.G. & RIBOTTA, L.C. 1997. Seismicity patterns and focal mechanisms in southeastern Brazil. In: Rev. Bras. Geof., Rio de Janeiro, 15 (2): p. 119- 131.

ASSUMPÇÃO, M.; DIAS NETO, C. M.; ORTEGA, R. & FRANÇA, H. O Terremoto de São Paulo de 1922. Atas do 2o Simp. Reg. Geol., 1979. v.1, p.321-329.

BARBOSA, A. L. M. & GROSSI SAD, J. H. 1985. Batólito Granítico da Serra dos Órgãos, Estado do Rio de Janeiro, Brasil. In: Contribuições à Geologia e Petrologia. SBG/Núcleo Minas gerais.

BEBERT, MARCELO CAVALCANTE. 2003. A Mineração de Areia no Distrito Areeiro de Itaguaí-Seropédica/RJ: Geologia dos Depósitos e Caracterização das Atividades de Lavra e dos Impactos Ambientais. Tese de Mestrado. Departamento de Geologia, Programa de Pós Graduação em Geologia. Instituto de Geociências. UFRJ, Rio de Janeiro.

BEJI, S. ; J. <sup>a</sup> BATTJES. Experimental investigation of wave propagation over a bar. Coastal Eng. 19, 151-162. 1993.

BERROCAL, J.; ASSUMPÇÃO, M.; ANTEZANA, R.; DIAS NETO, C. M.; ORTEGA, R.; FRANÇA, H. & VELOSO, J. A. V. Sismicidade do Brasil. São Paulo, Edição IAG-USP/CNEN, 1984. 320p.

BERROCAL, J.; FERNANDES, C.; BASSINI, A. & BARBOSA, J. R. Earthquake Hazard Assessment in Southeastern Brazil. Geofísica Internacional, 1996. 35(3): 257-272.

BERROCAL, J.; FERNANDES, C.; BUENO, A. SEIXAS, N. & BASSINI, A. Seismic Activity in Monsuaba (state of Rio de Janeiro), Brazil, Between 1988 December and 1989 February. Geophys. J. Int., 1993. 113: 73-82.

BLUMBERG, A. F. & G. L. MELLOR (1987). A description of a three-dimensional coastal ocean circulation model. In: Heaps, N. S. ed. Three-Dimensional Coastal Ocean Models. Coastal and Estuarine Sciences, 4: 1-16.

BLUMBERG, A. F. & G. L. MELLOR 1987. A description of a three-dimensional coastal ocean circulation

BOOIJ, N.; R. C. RIS, L. H. HOLTTHUIJSEN. A third-generation wave model for coastal regions 1. model description and validation. Journal of Geophysical Research, 1999.

BORGES, H. V. 1990. Dinâmica sedimentar da Restinga de Marambaia e Baía de Sepetiba. Dissertação de Mestrado em Geologia, UFRJ/IGEO. Rio de Janeiro, 82 p.

BORGES, H. V. 1998. Holocene geological evolution of Sepetiba Bay and Marambaia Barrier Island, Brazil. PhD Dissertation on Coastal Oceanography, State University of New York. New York, 145 p.

- BRANNER, J. C. Earthquakes in Brazil. *Bull. Seism. Soc. Am.*, 2: 105-117. 1912
- BRANNER, J. C. Recent Earthquakes in Brazil. *Bull. Seism. Soc. Am.*, 10: 90-104. 1920.
- BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional de Águas. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos: 2006. Plano Estratégico de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica dos Rios Guandu, Guarda e Guandu-Mirim: Relatório do Diagnóstico – Final, Brasília, DF.
- BRITO NEVES, B. & CORDANI, U. G. 1991 Tectonic Evolution of South America during the Late Proterozoic. In: *Precambrian Research*, 53.
- BRÖNNIMANN, P. MOURA, J. A. & DIAS-BRITO, D. 1981. Estudos ecológicos na baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil: foraminíferos. In: *Anais do II Congresso Latino-Americano de Paleontologia*. Porto Alegre: 861-875.
- BUDGELL, W.P. (2005). Numerical simulation of ice-ocean variability in the Barents Sea region, *Ocean Dynamics*, DOI 10.1007/s10236-005-0008-3.
- BUDGELL, W.P. 2005. Numerical simulation of ice-ocean variability in the Barents Sea region, *Ocean Dynamics*, DOI 10.1007/s10236-005-0008-3.
- CALADO, L. 2006. Dinâmica da interação da atividade de mesoescala da corrente do Brasil ao largo do sudeste brasileiro. Tese de Doutorado. USP.
- CALIL, M., L. 2005. Distribuição Espacial dos Crustáceos Decápodes e Anfípodes de Substrato Não Consolidado Sublitorais da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Federal Fluminense.
- CAMPOS, E., GONÇALVES, J., & IKEDA, Y. 1995. Water mass characteristics and geostrophic circulation in the south Brazil bight – summer of 1991. *Journal Geophysical Research*, 100(C9):18537-18550.
- CAMPOS, E., LORENZZETTI, J. STEVENSON, M., Stech, J., & Souza, R. 1996. Penetration of waters from Brazil-Malvinas confluence region along the South American continental shelf up to 23°S. *Ann. Acad. Bras. Ciências*, 68(1):49-58
- CAMPOS, E., VELHOTE, D., & SILVEIRA, I. 2000. Shelf break upwelling driven by Brazil current cyclonic meanders. *Geophysical Research Letters*, 27(6):751-754.
- CANDELLA, R. N. Estudo de casos de ondas no Atlântico Sul através de modelagem numérica. Agosto 1997. Dissertação (Mestrado em Física) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Agosto 1997.
- CAPANEMA, G. S. de. 'Quais as tradições ou vestígios geológicos que nos levam à certeza de ter havido terremotos no Brasil?'. *Revista do Instituto Histórico e Geográfico Brasileiro*, 1859. vol. 22, pp. 135-59.

CARELLI, S. G. 2008. Evolução holocênica da planície costeira de Itaguaí – litoral sul do Rio de Janeiro: uma abordagem interdisciplinar. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geologia, UFRJ. Rio de Janeiro.

CASTELÃO, R., Campos, E., & Miller, J. 2004. A modelling study of coastal upwelling driven by wind and meanders of the Brazil current. *Journal of Coastal Research*, 20:662-671

CASTRO, B. & LEE, T. 1995. Wind-forced sea level variability on the southeast Brazilian shelf. *Journal of Geophysical Research*, 100(C8):16045-16056

CASTRO, B. 1996. Correntes e massa de água da Plataforma Continental Norte de São Paulo. Tese de livre-Docência. Instituto Oceanográfico, USP, São Paulo, SP, 237p.

CEDAE - COMPANHIA ESTADUAL DE ÁGUAS E ESGOTOS. 1985. Plano Diretor de Abastecimento de Água da Região Metropolitana do Rio de Janeiro: relatório final, Rio de Janeiro: CEDAE,.

CHOI, B.-J., AND J. L. WILKIN (2006A). The effect of wind on the dispersal of the Hudson River plume, *J. Phys. Oceanogr.*, 37, 1878-1897.

CHOI, B.-J., and J. L. Wilkin 2006. The effect of wind on the dispersal of the Hudson River plume, *J. Phys. Oceanogr.*, 37, 1878-1897.

CINTRA, D. Certificado de não ocorrência de granizo na região de Angra dos Reis. 6o Distrito de Meteorologia, INMET. Brasil. Novembro de 1974.

COBLENZ, D. D. & RICHARDSON, R. M. Analysis of the South American Intraplate Stress Field. *J. Geophys. Res.*, 100: 20245-20255. 1996.

COIMBRA, A. ,G. 2003. Distribuição de Metais Pesados em Moluscos e Sedimentos nos Manguezais de Coroa Grande e da Enseada das Garças, baía de Sepetiba, Rio de Janeiro. Tese de Doutorado. Universidade Federal Fluminense.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. Programas de Meteorologia de Apoio de Usinas Nucleoelétricas. CNEN-NE 1.22. Rio de Janeiro. 1989.

COPELAND, G., Monteiro, T., Couch, S., Borthwick, A. 2003. Water quality in Sepetiba Bay, Brazil. *Marine Environmental Research*, vol,55: 385–408.

CORDANI, U. G.; MELCHER, G. C. & ALMEIDA, F. F. M. de. 1967. Outline of Precambrian Geochronology of South America. In: *Can. J. Earth Sciences*, 5.

CORREA, M. A. (1994). Análise das Oscilações das Correntes Observadas na baía da Ilha Grande (RJ). Dissertação de Mestrado. IO-USP. São Paulo.

CORREA, M. A. 1994. Análise das Oscilações das Correntes Observadas na Baía da Ilha Grande (RJ). Dissertação de Mestrado. IO-USP. São Paulo.

CORTEZ, V. D.; RIBEIRO, A. P.; FIGUEIREDO, A. M. G.; SANTOS, J. O; WASSERMANN, J. C., 2005. Avaliação da mobilidade de metais e semi-metais em sedimentos coletados em diferentes períodos na baía de Sepetiba (Rio de Janeiro - Brasil). In: International Nuclear Atlantic Conference, 2005. Santos/SP: Associação Brasileira de Energia Nuclear – Aben.

CPRM. 2000. Projeto Rio de Janeiro. CPRM, Rio de Janeiro, CD-ROM.

CPRM. Projeto Rio de Janeiro – Mapa de Unidades Geomorfológicas do Estado do Rio de Janeiro

CUNHA, C.L.N, ROSMAN, P.C.C., MONTEIRO, T.C.N (2006). Hydrodynamics and Water Quality Models Applied to Sepetiba Bay. *Continental Shelf Research*, v. 26, p. 1940-1953.

CUNHA, C.L.N, ROSMAN, P.C.C., MONTEIRO, T.C.N 2006. Hydrodynamics and Water Quality Models Applied to Sepetiba Bay. *Continental Shelf Research*, v. 26, p. 1940-1953.

DANIELS, David. Ground-penetrating radar. - 2nd ed. - (Radar, sonar, navigations & avionics).

DAVIS, J.L. & ANNAN, A.P. 1989. Ground penetrating radar for high resolution mapping of soil and rock stratigraphy. *Geophysical Prospecting*, Vol. 37:531-551.

DEPARTAMENTO DE HISTÓRIA E GEOGRAFIA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Atlas Climático para o Estado de São Paulo.

DERECZYNSKI, C., P. 1992). Climatologia da Bacia de Campos. Relatório técnico SEPRON/CENPES/PETROBRAS 024/92.

DERECZYNSKI, C.P. 2009. Climatologia da precipitação no município do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v,24, n.1, 24-38.

DI LORENZO, E., (2003). Seasonal dynamics of the surface circulation in the southern California Current System, *Deep-Sea Res., Part II*, 50, 2371-2388.

DI LORENZO, E., 2003. Seasonal dynamics of the surface circulation in the southern California Current System, *Deep-Sea Res., Part II*, 50, 2371-2388.

DRM. 2003. Estudos Hidrogeológicos dos Aquíferos Intragranulares a Oeste do rio Guandu, Município de Seropédica/RJ Mineral/Asa/Agrar – Eletrobrás/ FEEMA/DRM/RJ, Rio de Janeiro.

EGBERT, G., BENNETT A., FOREMAN, M (1994). TOPEX/Poseidon tides estimated using a global inverse model, *J. of Geophys. Res.*, vol99, No C12, pp. 24,821 - 24, 852.





EGBERT, G., BENNETT A., FOREMAN, M 1994. TOPEX/Poseidon tides estimated using a global inverse model, *J. of Geophys. Res.*, vol99, No C12, pp. 24,821 - 24,852.

EIMUTS, E.C.; KONICEK, M.G. Derivations of Continuous Functions for the Lateral and Vertical Atmospheric Dispersion Coefficient. Technical Note. *Atmospheric Environment*, vol6, 859-863. 1972.

EIRADO, L. G.; HEILBRON, M. & ALMEIDA, J. C. H. 2006 Os Terrenos Tectônicos da Faixa Ribeira na Serra da Bocaina e na Baía da Ilha Grande, Sudeste do Brasil. In: *Rev. Bras. de Geociências*, 36 (3), Setembro.

ELETRONUCLEAR – 2003. Estudos Hidrogeológicos dos Aquíferos Intergranulares a Oeste do Rio Guandu, Município de Seropédica/RJ – Relatório Final, – Medidas Compensatórias da Sociedade Fluminense de Energia Ltda. – Elaborado pela Asa Assessoria e Serviços Ambientais sob fiscalização do DRM-RJ, acompanhado pela FEEMA.

ELETRONUCLEAR. Estudo de Impacto Ambiental para Angra 3. Maio 2005.

ELETRONUCLEAR. Relatório Preliminar de Análise de Segurança de Angra 3. Rio de Janeiro. Rev. 3. 2009.

EMBRAPA. Mapa topográfico do Estado do Rio de Janeiro.

EMBRAPA/SEMAC, Mapa de Solos do Município do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: IBGE/SEMAC, 1:50.000, 2001.

EMÍLSSON, I. 1961. The shelf and coastal waters off southern Brazil. *Bolm Inst. Oceanogr.*, S. Paulo, 11(2):101-112.

FEMAR. 2000. Catálogo de Estações Maregráficas Brasileiras / Francisco J. Penido

FENNEL, K., J. WILKIN, J. LEVIN, J. MOISAN, J. O'REILLY, and D. HAIDVOGEL, 2006. Nitrogen cycling in the Middle Atlantic Bight: Results from a three-dimensional model and implications for the North Atlantic nitrogen budget, *Global Biogeochem. Cycles*, 20, GB3007, doi:10.1029/2005GB002456.

FENNEL, K., J. WILKIN, J. LEVIN, J. MOISAN, J. O'REILLY, AND D. HAIDVOGEL, (2006). Nitrogen cycling in the Middle Atlantic Bight: Results from a three-dimensional model and implications for the North Atlantic nitrogen budget, *Global Biogeochem. Cycles*, 20, GB3007, doi:10.1029/2005GB002456.

FERRARI, A. L. & RICCOMINI, C. 2000. The Rio de Janeiro State segment of the Santos-Rio de Janeiro Dike Swarm as a paleostress indicator. In: 31o Congresso Internacional de Geologia, Rio de Janeiro, Agosto 2000, Abstracts, CDROM.

FERRARI, A. L. & SILVA, M. A. M. 1997. Bacia do Macacu (RJ): proposta de uma nova bacia do Rift Continental do Sudeste do Brasil. In: V Simpósio de geologia do sudeste, SBG, Rio de Janeiro, Anais: p. 32-34.

FERRARI, A. L. 1990. A geologia do Rift da Guanabara na sua porção centro-ocidental e sua relação com o embasamento Pré-Cambriano. In: 36<sup>o</sup> Congresso brasileiro de geologia, SBG, Natal, Anais, 6: p. 2858-2872.

FERRARI, A. L. 2001. Evolução tectônica do Gráben da Guanabara. São Paulo, 412 p. Tese (Doutorado). Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 412p. il. + anexos lgc / USP

FERRARI, A. L.; SILVA, M.A.M. & PENHA, H.M. - 1997 - Persistência de SHmax com direção NE-SW no segmento nordeste do Rift Continental do Sudeste do Brasil, ao longo do Cretáceo Superior e Terciário. An. Acad. Bras. Ci., resumo das sessões, 69(3):440.

FERREIRA, R. F.; MOURA, J. R. S. & SAMPAIO, A. C. 2002. Efeitos de um canal artificial na dinâmica e morfologia da praia de Sepetiba. XIII Encontro Nacional de Geógrafos, ENG/UEPB. Anais..., João Pessoa, Paraíba.

FERREIRA, S. L., SANTOS, A. M., SOUZA, G. R., POLITO, W. L., MÔDOLU, D. L. Análise por cromatografia gasosa de BTEX nas emissões de motor de combustão interna alimentado com diesel e mistura diesel-biodiesel (B10). Quím. Nova (31)3, 539-545. 2008.

FISHER, E.; MCMECHAN, G. A. e ANNAN, P. A. (1992a) Acquisition and processing of wide aperture ground penetrating radar data, Geophysics, 57:495–504.

FLORENZANO, Tereza Cristina. Cartografia In: FLORENZANO, Tereza Cristina (org.) Geomorfologia – conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FRAGOSO, M. R (1999). Estudo numérico da Circulação Marinha da Região das Baías de Sepetiba e Ilha Grande (RJ).Dissertação de Mestrado. IO-USP. São Paulo.

FRAGOSO, M. R 1999. Estudo numérico da Circulação Marinha da Região das Baías de Sepetiba e Ilha Grande (RJ).Dissertação de Mestrado. IO-USP. São Paulo.

FRAGOSO, M. R. 1995. Estimativa do padrão de circulação da baía de Sepetiba – RJ através de modelagem numérica. Relatório final de estágio orientado II. Departamento de Oceanografia, IGEO/UERJ. Rio de Janeiro, 48 p.

FRAGOSO, M. R. 1999. Estudo numérico da circulação marinha da região das baías de Sepetiba e Ilha Grande (RJ). 1999. Dissertação de Mestrado. São Paulo: USP, Instituto Oceanográfico.

FUNDAÇÃO INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL DO RIO DE JANEIRO. Indicadores Climatológicos do Estado do Rio de Janeiro. Sistemas de Informação para o Planejamento Estadual (SIPE). 1978. 156 p.

GOÉS, M.H.B. Diagnóstico Ambiental por Geoprocessamento do Município de Itaguaí, RJ Tese de Doutorado, UNESP Rio Claro, SP, (1994).

GOOGLE EARTH. Imagens da região do estaleiro e base naval em diversas escalas para a latitude 22.92 S e longitude 43.846 W.

GROSSI SAD, J. H.; PINTO, C. P.; SERRA, J. C.; BARROS DUTRA, J. E.; HET-TICH, M. & ANDRADE, M. T. 1980. Projeto carta geológica do estado do Rio de Janeiro - DRM/GEOSOL: folhas Pirai, Paracambi, Itaguaí e Marambaia. Rio de Janeiro, vol. I, relatório final, texto.

GUERRA, Antônio J. Teixeira. 1983. Delimitação de Unidades Ambientais na Bacia do Rio Mazomba – Itaguaí, RJ. Tese de mestrado, PPGG-IGEO-UFRJ, Rio de Janeiro.

HABERLEHNER, H. Análise Sismotectônica do Brasil, Notas Explicativas so-bre o Mapa Sismotectônico do Brasil e Regiões Correlacionadas. Anais do II Cong. Bras. Geol. Eng., 1: 297-329. 1978.

HAIIDVOGEL, D. B., H. G. ARANGO, K. HEDSTROM, A. BECKMANN, P. MALANOTTE-Rizzoli, and A. F. SHCHEPETKIN, 2000. Model evaluation experiments in the North Atlantic Basin: Simulations in nonlinear terrain-following coordinates, *Dyn. Atmos. Oceans*, 32, 239-281.

HAIIDVOGEL, D. B., H. G. ARANGO, K. HEDSTROM, A. BECKMANN, P. MALANOTTE-RIZZOLI, AND A. F. SHCHEPETKIN, (2000). Model evaluation experiments in the North Atlantic Basin: Simulations in nonlinear terrain-following coordinates, *Dyn. Atmos. Oceans*, 32, 239-281.

HARARI, J. & CAMARGO, R., 1994. Simulação da propagação das nove principais componentes de maré na plataforma sudeste brasileira através de modelo numérico hidrodinâmico. Boletim do Instituto Oceanográfico, Brasil, São Paulo (SP), v. 42, n. 1, p. 35-54, 1994.

HASSELMANN K. On the non-linear energy transfer in a gravity wave spectrum. 1: General theory. *J. Fluid Mech.*, 12:481§500, 1962.

HASSELMANN K. On the non-linear energy transfer in a gravity wave spectrum. 2. *J. Fluid Mech.*, 15:273§81, 1963a.

HASSELMANN, K. Measurement of wind-wave growth and swell decay during the Joint North Sea Wave Project (JONSWAP). *Deutsch Hydrogr. Inst.*, 1973.

HASSELMANN, K. On the espectral dissipation of finite-depth gravity waves due to turbulent bottom friction, *J. Mar. Res.*, 26, 1-12.

HASSELMANN, K. On the non-linear energy transfer in a gravity wave spectrum. 3. *J. Fluid Mech.*, 15:385§98, 1963b.

HASUI, Y.; ALMEIDA, F. F. M.; MIOTO, J. A. & MELO, M. S. Geologia, Tectônica, Geomorfologia e Sismologia Regionais de Interesse às Usinas Nucleares da Praia de Itaorna. São Paulo, Public. IPT n. 1225, Série Monografias - 7, 1982. 149p. e mapas.

HEILBRON, M. & MACHADO N. 2003 Timing of Terrane Accretion in Neoproterozoic-Eopaleozoic Ribeira Orogen (SE Brazil). In: Precambrian Res. 125.

HEILBRON, M.; MOHRIAK, W.; VALERIANO, C. M.; MILANI, E.; ALMEIDA, J. C. H. & TUPINAMBÁ, M. 2000 From Collision to Extension: The Roots of the Southeastern Continental Margin of Brazil. In: M. Talwaniv & W. Monographics Series, 115, American Geophysical Union.

HEILBRON, M.; PEDROSA-SOARES, A. C.; CAMPOS NETO, M.; SILVA, L. C.; TROUW, R. A. J. & JANASI, V. 2004. Geologia do Continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida, São Paulo, Beca.

HEILBRON, M.; SOARES, A.C.P.; NETO, M.C.C.; SILVA, L.S. da; TROUW, R.A.J., JANASI, V.A. 2004. Província Mantiqueira. In: Geologia do continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Márques de Almeida. São Paulo. Beca Produções Culturais Ltda., p. 203-234.

HEMBOLD, P.; VALENÇA, J. G. & LEONARDOS JR., D. H. 1965. Mapa geológico do estado da Guanabara. DNPM, Rio de Janeiro.

IBGE/EMBRAPA. 2001. Mapa de Solos do Brasil. Disponível em [http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default\\_prod.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default_prod.shtm), acesso em 22/06/2009, 03h.54min.00seg.

IKEDA, Y. 1976. Variações em escala média da temperatura e salinidade do mar na região entre a baía de Guanabara e Cabo Frio (17/08 a 26/08/71). Bolm Inst. Oceanogr., S. Paulo, 25:221-280.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Safety Series 50-S0-S3. Atmospheric Dispersion in Nuclear Power Plant Siting. Vienna.1980.

INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. Safety Series 57. Generic Models and Parameters for Assessing the Environmental Transfer of Radionuclides from Routine Releases. Vienna. 1982.

JOL, Harry M. Ground Penetrating Radar - Theory and Applications. First Edition, 2009.

JOURDAN, P. Caracterização do regime de ventos próximo a superfície na Região Metropolitana do Rio de Janeiro. Dissertação de Mestrado. Depto de Meteorologia. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2007.

LACERDA, L. D. e MOLISANI. M. M., 2006. Three decades of Cd and Zn contamination in Sepetiba Bay, SE Brazil: Evidence from the mangrove oyster *Crassostreaa rhizophorae*. Baseline/Marine Pollution Bulletin, 52, p. 969–987.

LACERDA, L., D.; PARAQUETII, H., H., M.; MOLISANI, M., M. & BERNARDES, M. C., (2007). Transporte de Materiais na Interface Continente-Mar, na baía de Sepetiba, Rio de Janeiro. XII Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar, XII COLACMAR, Florianópolis, SC, 15 a 19 de abril de 2007.

LEE, T., YODER, J., & ATKINSON, L. 1991. Gulf stream frontal eddies influence on productivity of the southeast US Continental shelf. *Journal Geophysical Research*, 96(C12):22191-22205.

LIMA, J. 1997. Oceanic circulation on the Brazilian shelf break and continental slope at 22°S. Tese de doutorado. Universidade de New South Wales.

LOMNITZ, C. *Global Tectonics and Earthquake Risk. Developments in Geotectonics* 5, Elsevier, 1974. 320p.

MACHADO, N.; VALLADARES, C.; HEILBRON, M. & VALERIANO, C. 1996. U-Pb Geochronology of the Ribeira Belt (Brazil) and implications for the Evolution of the Brazilian Orogeny. In: *Precambrian Res.* 79.

MAIO, C. R. 1958. Sepetiba: contribuição ao estudo dos níveis de erosão do Brasil. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro. Ano XX, no 2.

MARQUES Jr., A. N.; MONNA, F.; SILVA FILHO, E.; FERNEX, F. E.; SIMÕES FILHO, F. L., 2006. Apparent discrepancy in contamination history of a sub-tropical estuary evaluated through <sup>210</sup>Pb profile and chronostratigraphical markers. *Marine Pollution Bulletin*, 52, p. 532–539.

MATSUURA, Y. 1986. Contribuição ao estudo da estrutura oceanográfica da região sudeste entre Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta Grande (SC). *Bolm Inst. Oceanogr.*, S. Paulo, 38(8):1439-1450.

MEISLING, K. E., COBBOLD, P. R., MOUNT, V. S. 2001. Segmentation of an obliquely rifted margin, Campos and Santos basins, southeastern Brazil. In: *AAPG Bulletin* 85(11): p. 1903-1924.

MELO, C. L. & FERRARI, A. L. 2003. Neotectônica. In: *Texto de Curso oferecido no IX Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos*, Búzios, RJ, 36p.

MELO, C. M. 1997. Sedimentação e tectônica Cenozóicas no Médio vale do rio Doce (MG, Sudeste do Brasil) e suas implicações na evolução de um sistema de lagos. *IG/USP, Tese de Doutorado*, 275p.

MENDIGUREN, J. A. & RICHTER, F. M. On the Origin of Compressional Intraplate Stresses in South America. *Phys. Earth Planet. Inter.*, 16: 318-326. 1978.

MENEZES, L. F. T. ; ARAUJO, D. S. D. ; GOES, M. H. B. . 1998. Marambaia: a última restinga carioca preservada. *Ciência Hoje*, Rio de Janeiro, v. 23, n. 136, p. 29-37.

MIOTO, J. A. Mapa de Risco Sísmico do Sudeste Brasileiro. *Public. IPT* n. 1563, 1984. 40p. e mapas.

MIOTO, J. A. Sismicidade do Sudeste Brasileiro. *Estudos em desenvolvimento, vinculados ao Processo FAPESP 95/4417-3*. 1997.





- MIOTO, J. A. Sismicidade e Zonas Sismogênicas do Brasil. Tese de Doutorado, Inst. Geociên. e Ciên. Exatas - UNESP. Rio Claro. 1993. 2vol.
- MIRANDA 1977 Model. In: Heaps, N. S. ed. Three-Dimensional Coastal Ocean Models. Coastal and Estuarine
- MOHRIAK, W. U.; BARROS, A. Z. N. 1990. Novas evidências de tectonismo cenozóico na região sudeste do Brasil: o gráben de Barra de São João na plataforma de Cabo Frio, RJ. In: Revista Brasileira de Geociências 20(1): p. 187-196.
- MOURA, J. A.; DIAS-BRITO, D. & BRONNIMANN, P. 1982. Modelo Ambiental de laguna costeira clástica – baía de Sepetiba, RJ. IV Simpósio do Quaternário no Brasil. Anais..., p. 135-152.
- MOURA, J. R. S.; ANTUNES, F. S.; GAMA, S. V. G.; SAMPAIO, A. C. *et al.* 1999. Modificações Sócio-Ambientais e Zoneamento de Risco na Zona Oeste do Rio de Janeiro. Relatório final: Projeto Porto de Sepetiba (FINEP/CFCH/UFRJ), subprojeto no 9, vol. I e II.
- O'LEARY, D. W., FRIEDMAN, J. D. and POHN, H. A. 1976. Lineament, linear, lineation: Some proposed new standards for old terms. In: GSA Bulletin; October, 87 (10): p. 1463-1469; DOI: 10.1130/0016-7606(1976)87 Geological Society of America.
- PARAQUETTI, H., H. M.; MOUNIER, S.; MARINS, R., V. & LACERDA, L. D., 2005.. Caracterização da Matéria Orgânica Dissolvida nas Águas da Baía de Sepetiba, RJ, Durante Eventos de Maré nas Estações Seca e Chuvosa. X Congresso Brasileiro de Geoquímica dos Países do Mercosul, Porto de Galinhas, PE, BRASIL.
- PARENTE, C. E. Uma nova técnica espectral para análise direcional de ondas. Março 1999. Tese (Doutorado em Física) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Março 1999.
- PARENTE, C., E.,; LIMA, J., A., M.; VIOLANTE-CARVALHIO, N.; ASSUNÇÃO, C. B. 2001. Wave and wind extreme values in good weather situations in Campos Basin, off Rio de Janeiro. Proceedings of OMAE'01, 20th International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering OMAE01-1014, ASME, June 2001.
- PENHA, H. M. & BARAUD, R. 1989. Atividade Sísmica na Região de Monsua-ba, Angra dos Reis, RJ. Uma Avaliação Geológico/Geofísica. In: 1º Simpósio de Geologia do Sudeste. Boletim de Resumos.
- PENHA, H. M.; FERRARI, A. L.; BRENNER, T.; JUNHO, M. C.; RIBEIRO, A.; PENTANGNA, F. & AMADOR, E. 1980. Geologia da Folha Petrópolis, RJ. In: XXXI Cong. Bras. Geol.; Anais, Camburiú, SC.
- PHILLIPS, O. M. The dynamics of upper ocean. 2. ed. Cambridge University Press, 1980.

PIMENTA, F., MELO, E., FRANCO, D., & ZAVIALOV, P. (2004). Assesment of Santa Catarina shelf currents through the analysis of indirect measurements. *Journal of Coastal Research*, SI39:651-655.

PINHO, F. U. Caracterização dos estados de mar na baía de Campos. 2003. Tese de Mestrado- Eng. Oceânica- Coppe/UFRJ.

POLLARD, D.D. Elementary fracture mechanics applied to the structural interpretation of dykes. In: Halls, H.C. & Fahrig, W.F. (eds). *Mafic dyke swarms*. Geol. Ass. Can. Spec. Paper, 34: 5- 24. 1987.

PONÇANO, W. L.; FÚLFARO, V. J. & GIMENEZ, A. F. 1976. Sedimentação Atual na Baía de Sepetiba, Estado do Rio de Janeiro: Contribuição à Avaliação de Viabilidade Geotécnica da Implantação de um Porto. 1o Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia. Anais..., vol. 2, Rio de Janeiro, p. 111-139.

*REFLEXW Windows™9x/NT/XP/Vista*, versão 5.0 – Program for the processing of seismic, acoustic or electromagnetic reflection, refraction and transmission data. K.J. Sandmeier – Manual, 2009.

REGELOUS, M. 1990. Geochemistry of dolerites from the Paraná flood basalt province, Southern Brazil. England, 200p. PhD thesis, Open University.

REYNOLDS, John M. – 1997 – An Introduction to Applied and Environmental Geophysics. John Wiley & Sons Ltd. 796 pp.

RICCOMINI, C. 1989. O Rift continental do sudeste do Brasil. São Paulo, 256p. Tese de Doutorado, Instituto de Geociências, Universidade São Paulo.

RICCOMINI, C.; PELLOGIA, A. U. G.; SALONI, J. C. L.; KOHENKE, M.W. & FIGUEIRA, R.M. 1999. Neotectonic activity in the Serra do Mar rift system (Southeastern Brazil). *J. South Am. Earth Sci.*, 2 (2): p. 191-197.

RICCOMINI, C.; SANT'ANNA, L. G.; FERRARI, A. L. 2004. Evolução geológica do rifte continental do sudeste do Brasil. *Geologia do continente sul-americano: evolução da obra de Fernando Marques de Almeida*. B. P. C. Ltda. São Paulo: p. 383-405.

RICCOMINI, C.; VELÁZQUEZ, V. F.; GOMES, C. B. 2005. Tectonic controls of the mesozoic and cenozoic alkaline magmatism in central-southern Brazilian Platform. In: Comin - Chiaramonti, P.; Gomes, C. B. *Mesozoic to cenozoic alkaline magmatism in the Brazilian Platform*. São Paulo: Edusp/Fapesp, 2005. p. 31-55.

RONCARATI, H. & BARROCAS, S. L. S. 1978. Projeto Sepetiba – Estudo geológico preliminar dos sedimentos recentes superficiais da baía de Sepetiba – Municípios do Rio de Janeiro, Itaguaí e Mangaratiba – RJ. PETROBRÁS, CENPES (ReSEMADS. 1997) Relatório Preliminar).

SADOWSKI, G. R. & DIAS NETO, C. M. 1981. O lineamento sísmo-tectônico de Cabo Frio. In: *Rev. Bras. Geoc.*, São Paulo, 11 (4): p. 209-212.

- SALVADOR, E. D. & RICCOMINI, C. 1995. Neotectônica do Alto Estrutural de Queluz (SP-RJ, Brasil). In: Rev. Bras. Geoc., São Paulo, 25 (3): p. 151-164.
- SAMPAIO, ANDREA C. 2002. Considerações sobre a evolução geológico-geomorfológica recente da baía de Sepetiba – litoral sudoeste do estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: UFRJ/Programa de Pós-Graduação em Geografia, Dissertação (Mestrado).
- SANDWELL, D. T., W. H. F. 1997. Smith, Marine gravity anomaly from Geosat and ERS 1 satellite altimetry. In: Journal of Geophysical Research, 102 (B5): p. 10039-10054.
- SANTOS, R.P. 1994. Datation K/Ar e Rb/Sr d'argiles de mineralisation et de diagenése le long de la côte est de l'Amerique du Sud. Implications geodynami-ques. France, 267p. Tese de Doutorado, Grenoble I.
- SARGES, R. R. 2002. Morfologia de lagos na região do Médio Vale do Rio Doce, Minas Gerais, e a sua relação com a tectônica quaternária. IG/UFRJ, Dissertação de Mestrado, 81p.
- SCHOBENHAUS, C.; CAMPOS, D.A.; DERZE, G.R. & ASMUS, H. E. 1984. Geologia do Brasil - texto explicativo do mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente, incluindo depósitos minerais - escala 1:2500000. DNPM, MME, Brasília.
- SEA/ZEE-RJ. 2009. Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Rio de Janeiro. Relatório da Etapa 4. Disponível em: <http://zeerj.bem-vindo.net/portal/>; acesso em junho de 2009.
- SEA/ZEE-RJ. 2009. Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Rio de Janeiro. Relatório da Etapa 5. Disponível em: <http://zeerj.bem-vindo.net/portal/>; acesso em junho de 2009.
- SEIXAS, N. A. B. Clima de ondas na Bacia de Campos: Análise de dados e proposta de parametrização. Outubro 1997. Tese (Doutorado em Física) – Observatório Nacional, Outubro 1997.
- SEMADS. 1997. Macroplano de Gestão e Saneamento Ambiental da Bacia da Baía de Sepetiba – Caracterização e Diagnóstico dos Componentes Físicos da Bacia da baía de Sepetiba. Rio de Janeiro, RJ.
- SEMADS. 2001. Bacias Hidrográficas e Rios Fluminenses: síntese informativa por macrorregião ambiental. Projeto Planágua. Rio de Janeiro. SEMADS.
- SERRA, A. Climatologia do Brasil. CNPq. Rio de Janeiro. Brasil. 1968.
- SHARMA, P. VALLABH – 1997 – Environmental and Engineering Geophysics. Cambridge University Press. 475 pp.

SHCHEPETKIN, A. F., AND J. C. MCWILLIAMS, (2005). The Regional Ocean Modeling System: A split-explicit, free-surface, topography following coordinates ocean model, *Ocean Modelling*, 9, 347-404.

SHCHPETKIN, A. F., and J. C. MCWILLIAMS, (2005). The Regional Ocean Modeling System: A split-explicit, free-surface, topography following coordinates ocean model, *Ocean Modelling*, 9, 347-404.

SHE, J. AND J. M. KLINCK (2000). Flow near submarine canyons driven by constant winds, *J. Geophys. Res.*, 105(C12), 28671-28694.

SHE, J. and J. M. KLINCK 2000. Flow near submarine canyons driven by constant winds, *J. Geophys. Res.*, 105(C12), 28671-28694.

SIGNORINI, S. R. (1980A). A study of the circulation in Bay of Ilha Grande and Bay of Sepetiba Part I. A Survey of the circulation based on experimental field data. *Bol. Inst. Oceanogr.*, São Paulo, 29(1) 41-55.

SIGNORINI, S. R. (1980B). A study of the circulation in Bay of Ilha Grande and Bay of Sepetiba Part II. An assessment to the tidally and wind-driven circulation using a finite element numerical model. *Bol. Inst. Oceanogr.*, São Paulo, 29(1) 57-68.

SIGNORINI, S. R. 1980. . A study of the circulation in Bay of Ilha Grande and Bay of Sepetiba Part I. A Survey of the circulation based on experimental field data. *Bol. Inst. Oceanogr.*, São Paulo, 29(1) 41-55.

SIGNORINI, S. R. 1980a. A study of the circulation in Bay of Ilha Grande and Bay of Sepetiba Part I. A Survey of the circulation based on experimental field data. *Bol. Inst. Oceanogr.*, São Paulo, 29(1) 41-55.

SIGNORINI, S. R. 1980b. A study of the circulation in Bay of Ilha Grande and Bay of Sepetiba Part II. An assessment to the tidally and wind-driven circulation using a finite element numerical model. *Bol. Inst. Oceanogr.*, São Paulo, 29(1) 57-68.

SIGNORINI, S. R. 1980b. A study of the circulation in Bay of Ilha Grande and Bay of Sepetiba Part II. An assessment to the tidally and wind-driven circulation using a finite element numerical model. *Bol. Inst. Oceanogr.*, São Paulo, 29(1) 57-68.

SILVA, T. M. DA. 2002. Estruturação geomorfológica do planalto atlântico no estado do Rio de Janeiro. Tese de doutorado em Geografia. PPGG/IGEO/UFRJ, Rio de Janeiro, 269 p.

SMITH, W. H. F., and SANDWELL, D. T. 1997. Global seafloor topography from satellite altimetry and ship depth soundings. In: *Science*, 277, 26 Sept.: p. 1957-1962.

SOUTO, R.,D. 2009. Avaliação do Impacto Antropogênico na Zona Costeira do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. Rio de Janeiro, 2005. 160p. il. [online] <http://www.ivides.org/atlas/texto.php>, acessado em 19/6/2009.



SOUZA, M. H. S. Clima de ondas ao norte do estado do Rio de Janeiro. Abril 1988. p. 181. Dissertação (Mestrado em Física) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Abril 1988.

SOUZA, R. & ROBINSON, I. 2004. Lagrangian and satellite observations of the brazilian coastal current. *Continental Shelf Research*, 24(2):241-262.

SWAN Cycle III versão 40.51. Manual do Usuário. Delft University of Technology, 2004.

SYKES, L. R. Interplate Seismicity, Reactivation of Preexisting Zones of Weakness, Alkaline Magmatism and Other Tectonism Postdating Continental Fragmentation. *Rev. Geophys. and Space Phys.*, 16 (4): 621-688. 1978.

TELFORD, W. M., GELDART, L. P., SHERIFF, R. F., & KEYS, D. A., (1990). *Applied Geophysics*. Cambridge University Press, 841 pp.

TUBBS FILHO, DÉCIO; YOSHINAGA SUELI PEREIRA,. 2005. A Recarga Artificial de Aquíferos como Estratégia para Incrementar a Disponibilidade Hídrica e Reduzir o Impacto Ambiental da Extração da Areia na Região da Piranema, Bacia do Rio Guandu, Estado do Rio de Janeiro. SBG – Sociedade Brasileira de Geociências – 9 Simpósio Brasileiro de Geologia do Sudeste, Niterói.

TUBBS FILHO, DÉCIO; YOSHINAGA, PEREIRA SUELI ; VALENTE ,JÚLIO CEZAR 2005. O Impacto Ambiental nas Águas Subterrâneas Provocado pela Extração de Areia no Distrito Areeiro de Itaguaí – Seropédica, Estado do Rio de Janeiro. SBG – Sociedade Brasileira de Geociências – 9 Simpósio Brasileiro de Geologia do Sudeste. Niterói, RJ.

TUPINAMBÁ, M. 1999. Evolução Tectônica e Magmática da Faixa Ribeira na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro. Tese de Doutorado, IG-USP, São Paulo.

U. S. NUCLEAR REGULATORY COMMISSION. Regulatory Guide 1.4. Assumptions Used for Evaluating the Potential Radiological Consequences of a Loss of Coolant Accident for Pressurized Water Reactors - Rev.2. Washington. June 1974.

UNIVERSIDADE DA CALIFÓRNIA. 2009. ( [http://topex.ucsd.edu/cgi-bin/get\\_data.cgi](http://topex.ucsd.edu/cgi-bin/get_data.cgi))

USGS. 2009. The National Map Seamless Server. Serviço geológico dos Estados Unidos. Disponível em <http://seamless.usgs.gov/website/seamless/viewer.htm?startbottom=-85.0&starttop=85.0&startleft=-79.5&startright=179.5&limitbottom=-85.0&limittop=85.0&limitleft=-179.5&limitright=179.5>

VICENS, Raúl Sánchez. 1998. Transporte de sedimentos em suspensão na bacia hidrográfica do Rio Mazomba, RJ . Rio de Janeiro: Dissertação de mestrado, PPGG-IGEO-UFRJ.

VIOLANTE-CARVALHO, N. Investigação sobre a evolução do clima de ondas na Bacia de Campos e a correlação com as situações meteorológicas associadas. Junho



1998. Dissertação (Mestrado em Física) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Junho 1998.

VIOLANTE-CARVALHO, N. Investigação sobre a evolução do clima de ondas na Bacia de Campos e a correlação com as situações meteorológicas associadas. Junho 1998. Dissertação (Mestrado em Física) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Junho 1998.

VIOLANTE-CARVALHO, N.; NUNES, L.; TAVARES, W. J. 1997. Clima de ventos na Bacia de Campos, Rio de Janeiro. Anais do XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, v. vol. 4, n. 1, p. 413–422,

WARNER, J. C., C. R. SHERWOOD, H. G. ARANGO, AND R. P. SIGNELL (2005A). Performance of four turbulence closure methods implemented using a generic length scale method, *Ocean Modelling*, 8, 81-113.

WARNER, J. C., C. R. SHERWOOD, H. G. ARANGO, and R. P. SIGNELL 2005a. Performance of four turbulence closure methods implemented using a generic length scale method, *Ocean Modelling*, 8, 81-113.

WARNER, J. C., C. R. SHERWOOD, R. P. SIGNELL, C. K. HARRIS, and H. G. ARANGO 2008. Development of a three-dimensional, regional, coupled wave, current, and sediment-transport model, *Computers & Geosciences*, 34, 1284-1306.

WARNER, J. C., C. R. SHERWOOD, R. P. SIGNELL, C. K. HARRIS, AND H. G. ARANGO (2008). Development of a three-dimensional, regional, coupled wave, current, and sediment-transport model, *Computers & Geosciences*, 34, 1284-1306.

WESTON GEOPHYSICAL CORPORATION. Regional and Site Geology and Ground Motion Design Considerations. Itaorna Beach Site. Review and updat. Massachusetts, December's Report, 1979. 81p.

WILKIN, J. L., H. G. ARANGO, D. B. HaidVogel, C. S. LICHTENWALNER, S. M. DURSKI, and K. S. HEDSTROM 2005. A regional Ocean Modeling System for the Long-term Ecosystem Observatory, *J. Geophys. Res.*, 110, C06S91, doi:10.1029/2003JC002218.

WILKIN, J. L., H. G. ARANGO, D. B. HaidVOGEL, C. S. LICHTENWALNER, S. M. DURSKI, AND K. S. HEDSTROM (2005). A regional Ocean Modeling System for the Long-term Ecosystem Observatory, *J. Geophys. Res.*, 110, C06S91, doi:10.1029/2003JC002218.

YOUNG, I. R.; G. P. VAN VLEDDER. A review of the central role of nonlinear interactions in wind-waves evolution, *Philos. Trans. R. Soc. London. Ser. A*.342, 505-524, 1993.

ZALÁN, P. V.; OLIVEIRA, J. A. B. 2005. Origem e evolução estrutural do Sistema de Riftes Cenozóicos do Sudeste do Brasil. In: B. Geoci. Petrobras. Rio de Janeiro. 13.