

I. CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO

1.1. Informações Gerais

1.1.1. Órgão empreendedor

Razão Social	Secretaria do Estado do Ambiente - SEA
CNPJ	42.498.709/0001-09
Endereço	Av. Venezuela, n.º 110, Saúde
Cidade	Rio de Janeiro - RJ
CEP	CEP: 20.081-312
Telefone	(21) 2332-5694

1.1.2. Pessoa de contato

Nome	Antônio Ferreira da Hora
CPF	428.753.747-53
Endereço	Av. Venezuela, n.º 110, 5º Andar, Saúde
Cidade	Rio de Janeiro - RJ
CEP	CEP: 20.081-312
Telefone	(21) 2332-5627

1.1.3. Empresa responsável pelo Licenciamento Ambiental

Razão Social	Masterplan – Consultoria de Projetos e Execução Ltda.
CNPJ	04.221.757/0001-66
Inscrição Municipal	9746-9
Endereço	Rua Visconde de Inhaúma, 77 – 12º andar, Centro
Cidade	Rio de Janeiro
CEP	20091-007
Telefone	(21) 3553-3968
E-mail	contato@masterplan.eng.br

1.2. Considerações iniciais

1.2.1. Descrição sobre o empreendimento

A bacia hidrográfica do Complexo Lagunar de Jacarepaguá vem sendo ocupada a várias décadas de forma desordenada, cujo uso do solo da bacia é predominantemente residencial, com alta densidade populacional, coexistindo com unidades indústrias.

O avanço da infraestrutura urbana de saneamento não acompanhou o desenvolvimento urbano da região, cuja consequência vem sendo o lançamento de efluentes sanitários e industriais nos diversos cursos d'água componentes da bacia hidrográfica do complexo lagunar, contribuindo, durante décadas, para o comprometimento da qualidade da água dos rios e lagunas, provocando eutrofização em parte de seu sistema lagunar e assoreamento com a consequente redução das espessuras das lâminas d'água bem como seu espelho.

Tendo em vista este cenário de comprometimento, deverão ser executadas e implementadas ações com o propósito de promover a Recuperação Ambiental do Complexo Lagunar de Jacarepaguá, onde o Governo do Estado do Rio de Janeiro, através da Companhia Estadual de Águas e Esgotos – CEDAE e a Secretaria do Estado do Ambiente – SEA, junto com a Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, preveem executar as seguintes ações no âmbito da Recuperação Ambiental do Complexo Lagunar de Jacarepaguá:

- i. Dragagem das Lagoas da Tijuca, Jacarepaguá, Camorim e Marapendi e Canal da Joatinga;
- ii. Extensão do molhe existente na barra do Canal da Joatinga;
- iii. Criação de uma Ilha Parque na Lagoa da Tijuca;
- iv. Construção de 4 (quatro) Unidades de Tratamento de Rios (UTR), a serem implantadas nos rios do Anil, das Pedras, Arroio Pavuna e Pavuninha, a exemplo da UTR já implantada no rio Arroio Fundo (sob responsabilidade da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro);
- v. Expansão do sistema de coleta e tratamento de esgotos das baixadas da Barra da Tijuca e Jacarepaguá, no âmbito do Programa de Saneamento da Barra da Tijuca, Recreio dos Bandeirantes e Jacarepaguá - PSBJ (sob responsabilidade da CEDAE).

Desta forma, o presente Relatório Ambiental Simplificado – RAS tem como objetivo avaliar a viabilidade do licenciamento ambiental de uma parte das ações necessárias à Recuperação Ambiental do Complexo Lagunar de Jacarepaguá, de responsabilidade da Secretaria do Estado do Ambiente – SEA, em especial as seguintes atividades:

- i. Dragagem das Lagoas da Tijuca, Jacarepaguá, Camorim e Marapendi e Canal da Joatinga;
- ii. Extensão do molhe existente na barra do Canal da Joatinga;
- iii. Criação de uma Ilha Parque na Lagoa da Tijuca.

Resumidamente, a Secretaria de Estado do Ambiente – SEA irá promover obras de dragagem das lagoas de Jacarepaguá, Camorim, Tijuca, Marapendi e do canal da Joatinga, visando não apenas melhorar o aspecto estético das lagoas, mas também, em conjunto com as demais ações citadas anteriormente, propiciar a melhoria na qualidade das águas sob aspectos físicos, químicos e biológicos, de forma a recuperar o espaço aquático e o ecossistema lagunar e do entorno comprometido pelo assoreamento. Além disso, ainda no âmbito das obras citadas, será executado o prolongamento do molhe na barra do Canal da Joatinga, que tem por objetivo evitar o assoreamento de sua desembocadura com areia proveniente da praia da Barra da Tijuca. Este prolongamento será composto por um braço do lado oeste da desembocadura do canal da Joatinga, com extensão de 225 m, prolongando-se até a profundidade de -9,5 m (IBGE). Seu traçado é linear, seguindo o alinhamento do enrocamento já existente. Além deste prolongamento, projetou-se um reforço na estrutura já existente com a colocação de uma camada de pedras a mais no lado interno para o canal.

As Figuras, a seguir, apresentam a localização das obras a serem executadas.



Figura 1.2.1-1: Localização do Complexo Lagunar de Jacarepaguá.

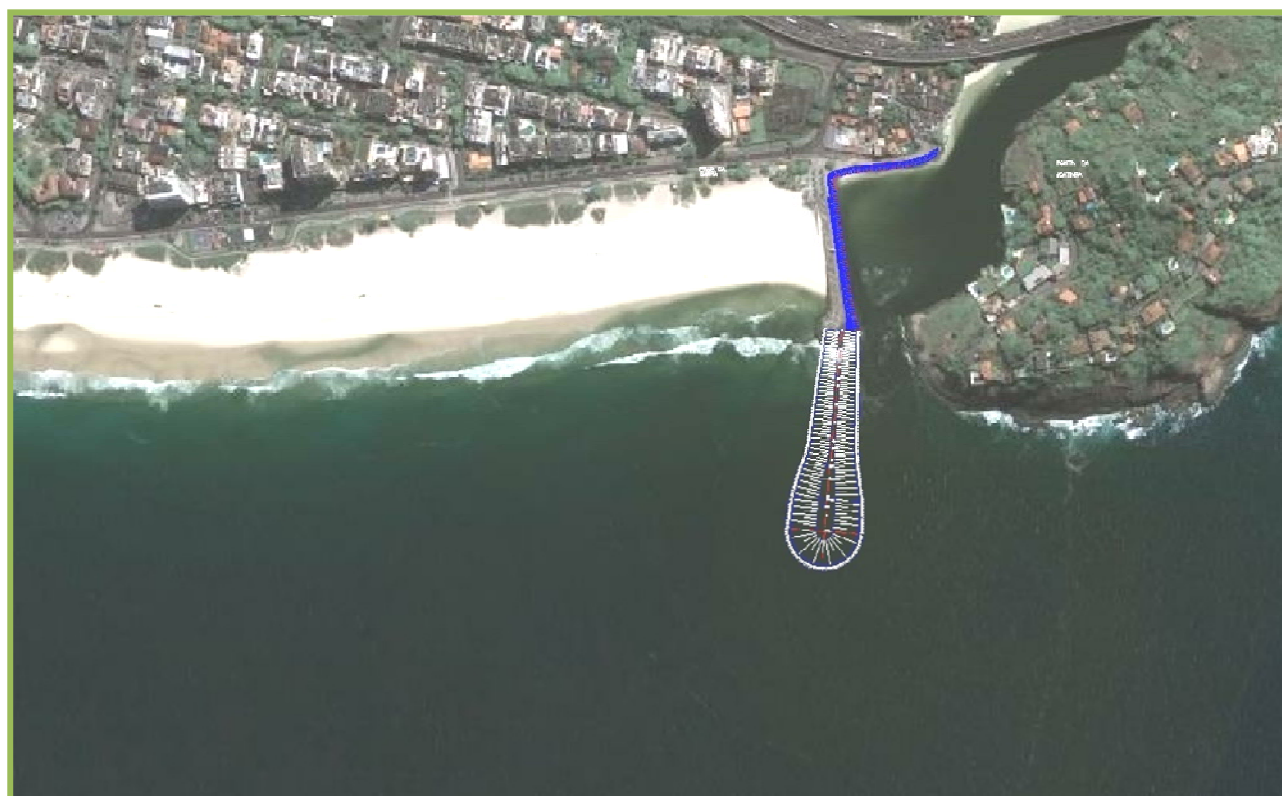


Figura 1.2.1-2: Desenho esquemático do prolongamento do molhe do Canal da Joatinga.

Fonte: PROJCONSULT, 2011.



Figura 1.2.1-3: Vista esquemática da Ilha Parque.
Fonte: SEA

Os Quadros, a seguir, apresentam um resumo do volume de material a ser dragado nas lagoas e no canal da Joatinga, bem como o volume de material a ser utilizado nas obras de extensão do molhe, cujo detalhamento encontra-se apresentado ao longo do presente capítulo.

Quadro 1.2.1-1: Volume de material a ser dragado – RESUMO.

Região	Área (m²)	Bairros Contribuintes	Volume (m³)
Canal da Joatinga	169.750	Barra da Tijuca, Itanhangá e Joá	377.323,00
Lagoa da Tijuca	2.428.867	Barra da Tijuca e Itanhangá	1.558.191,00
Lagoa de Camorim	141.604	Barra da Tijuca, Jacarepaguá, Cidade de Deus, Gardênia Azul, Anil, Freguesia, Taquara, pechincha, Tanque Praça Seca e Vila Valqueire	151.771,00
Lagoa de Jacarepaguá	2.634.381	Barra da Tijuca, Vargem Grande, Curicica, Vargem Pequena, Camorim e Jacarepaguá	1.537.405,00
Lagoa de Marapendi	1.708.323	Barra da Tijuca e Recreio	2.238.715,00
TOTAL	7.082.925		5.863.405,00

Fonte: PROJCONSULT, 2011

Quadro 1.2.1-2: Quantitativo estimado de material a ser utilizado na ampliação do molhe – RESUMO.

Descrição	Volume (m³)
Pedras com variação entre 0,5t e 2,0t	96.060,00

No **Anexo 1-1 – Volume III** encontra-se apresentada a Planta de Distribuição das Lagoas, e no **Anexo 1-2 – Volume III** encontra-se apresentada a Planta do Molhe.

1.2.2. Descrição detalhada das obras a serem executadas, incluindo-se informações sobre saneamento da área de influência e de implantação das Unidades de Tratamento de Rios (UTR), ilustrado com fluxogramas, mapas, plantas, diagramas e quadros

Os principais rios contribuintes da bacia de drenagem do Complexo Lagunar de Jacarepaguá possuem origem nas vertentes dos maciços da Pedra Branca e da Tijuca, e estão descritos abaixo de acordo com a respectiva lagoa receptora.

- Lagoa de Jacarepaguá: Rio Marinho, Rio do Cortado, Rio Camorim, Rio Caçambê, Rio Pavuninha, Rio dos Passarinhos e Rio Arroio Pavuna.
- Lagoa de Camorim: Rio Arroio Fundo, Rio Taquara e Rio Anil.
- Lagoa da Tijuca: Rio das Pedras, Rio da Muzema e Rio do Itanhangá.
- Lagoa de Marapendi: É a única que não possui contribuição de rios para seu sistema.

A Baixada de Jacarepaguá sofreu nas últimas décadas um grande crescimento populacional, como apontado pelos dados do Instituto Pereira Passos - IPP. No Censo de 2000, o total de habitantes de sua população era de 459.246, e no Censo de 1960 sua população era de 163.914, ou seja, sua população quase que triplicou de número em 40 anos (IPP, 2008). Esse aumento populacional ocasionado principalmente pela industrialização da Baixada de Jacarepaguá, veio acompanhado de construções irregulares desprovidas de saneamento básico (em especial tratamento de esgoto).

A ocupação das encostas e faixas marginais de rios e lagoas sem planejamento e infraestrutura adequada, onde o despejo irregular de esgoto e lixo se tornou uma prática comum na região de Jacarepaguá, comprometendo a qualidade da água das lagoas e

promovendo o carreamento de sedimentos, reduzindo sua lâmina d'água e intensificando seu assoreamento.

A situação atual da Baixada de Jacarepaguá é de uma população residente estimada em 650.000 habitantes com produção diária cerca de 2.000 litros/segundo de esgoto que, de certa forma, têm como destino as lagoas. Como consequência, o volume total de água que extravasa pelo Canal da Joatinga compromete a balneabilidade da praia da Barra da Tijuca, que se torna imprópria para banho em vários períodos do ano, em uma grande extensão. (INEA, 2008; IPP, 2008).

Em 1995 já se estimava o lançamento diário de mais de 100 toneladas de fração sólida de esgoto no referido complexo lagunar. Com o funcionamento do emissário submarino, a partir de 2008, o lançamento de sólidos no complexo lagunar reduziu para pouco mais de 20 toneladas, ou seja, uma redução de mais de 80% da fração sólida de esgoto lançada.

Algumas ações emergenciais, como “dragagens” foram aplicadas em 2006 e 2007 nas lagoas de Jacarepaguá e Tijuca e nos seus principais afluentes, com a justificativa de ser eficaz em reverter o contínuo processo de perda de volume e espelho d'água atualmente em curso, restabelecendo as cotas de fundo e favorecendo as trocas de água entre as lagoas e o mar.

O Complexo Lagunar de Jacarepaguá é enquadrado pelo INEA para seus usos como recreação por contato secundário, preservação da flora e fauna, uso estético e berço de espécies destinadas à alimentação humana. Por contato secundário entendem-se as atividades em que o contato com a água é esporádico ou acidental e a possibilidade de ingerir água é pequena. Os rios e canais da bacia contribuinte são enquadrados para preservação de flora e fauna e uso estético.

O conjunto de resultados obtidos ao longo de 30 anos revela, em síntese, que o Complexo Lagunar de Jacarepaguá, bem como os rios e canais de sua bacia hidrográfica, encontram-se sob intensa influência de águas residuárias, ricas em matéria orgânica, oriundas de fontes urbanas e/ou industriais. Neste sistema lagunar, o impacto antropogênico pode ser observado, principalmente, a partir dos parâmetros de natureza orgânica – OD, DBO, Nitrogênio e Fósforo, indicadores típicos do grau de degradação e/ou eutrofização do ambiente. Além disso, destaca-se a redução do espelho d'água, devido aos aterros clandestinos, à ocupação inadequada da faixa marginal de proteção, e à formação de ilhas por assoreamento.

O transporte de sedimentos, através da bacia hidrográfica, é intensificado em função da degradação da mata ciliar e da erosão nas vertentes dos vales. Além do assoreamento, as condições do complexo lagunar são agravadas por uma intensa ação antrópica local, que contribui para a entrada de resíduos sólidos e líquidos nesse ambiente.

Os valores de nutrientes dissolvidos (nitrato, amônia, fósforo solúvel reativo) e a soma das frações dissolvida e particulada (nitrogênio total e fósforo total) indicam enriquecimento do meio aquático a partir de impactos de origem antrópica. Esse processo de eutrofização artificial, intensificado com o crescimento urbano da região do entorno da lagoa, confere a esse corpo d'água a categoria de hipertrófico, de acordo com os critérios estabelecidos pela Organização de Cooperação em Desenvolvimento Econômico (OECD, 1992) e de acordo com o proposto por Nürnberg (1996).

O processo de eutrofização artificial já era apontado em 1986 como de séria gravidade (SAIEG-FILHO, 1986) e vem gerando eventos de florações, principalmente de cianobactérias, muitas vezes tóxicas. O primeiro registro de florações de cianobactérias na lagoa de Jacarepaguá data de 1970, num estudo de Semeraro e Costa (1972) que não citaram os organismos formadores dessa floração. Atualmente as florações de cianobactérias são causadas principalmente por *Microcystis aeruginosa* e vêm provocando intensa coloração verde às águas da lagoa, além de apresentarem toxidez.

O Complexo Lagunar de Jacarepaguá é um sistema sob forte impacto antrópico, cuja viabilidade depende hoje, paradoxalmente, de processos de intervenção humana que visem eliminar os aportes externos, de modo a proporcionar a recuperação desse sistema.

Fora do âmbito do presente licenciamento, porém componente de um plano mais amplo de Recuperação Ambiental do Complexo Lagunar de Jacarepaguá, está prevista a implantação de 4 (quatro) Unidades de Tratamento de Rios (UTR), a serem implantadas nos rios do Anil, das Pedras, Arroio Pavuna e Pavuninha, a exemplo da UTR já implantada no rio Arroio Fundo, que atende aos moradores de Jacarepaguá, Rio das Pedras e Cidade de Deus, com capacidade de tratar 1.800 L/s, atualmente em operação, onde a responsabilidade pela implantação das citadas UTR's será da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, e não fazem parte do presente RAS.

A Figura, a seguir, ilustra a localização futura das UTR's, com destaque para a UTR rio Arroio Fundo já em operação.



Figura 1.2.2-1: Localização estimada das UTR's.
Fonte: PROJCONSULT, 2011

1.2.3. Objetivos e justificativas do projeto

Conforme citado no item anterior (item 1.2.2), o Complexo Lagunar de Jacarepaguá, bem como os rios e canais de sua bacia hidrográfica, encontram-se sob intensa influência de águas residuárias, ricas em matéria orgânica e nutrientes advindos do aporte de efluentes sanitários e industriais da região. Com isso, ao longo de décadas, o espelho d'água das lagoas sofreu e continua sofrendo redução em sua área e volume devido ao processo ininterrupto de assoreamento, o que dificulta as trocas hídricas que viabilizam a manutenção dos ecossistemas presentes no Complexo Lagunar. Desta forma, justifica-se a execução de um Projeto de Recuperação Ambiental do Complexo Lagunar de Jacarepaguá como medida que visa a melhoria das condições lagunares sob os aspectos físico, biótico e socioeconômico.

Desta forma, o projeto ora em licenciamento possui os seguintes objetivos:

- i. Execução de obras de dragagem com vistas à melhoria das condições de renovação hídrica do complexo lagunar e, por consequência, melhoria da qualidade da água e da biota aquática;
- ii. Execução de obras de extensão do molhe existente na barra do Canal da Joatinga como medida que auxilie na minimização do assoreamento natural do canal pelo arraste e deposição de sedimentos;
- iii. Implantação de uma Ilha Parque na Lagoa da Tijuca, oferecendo à população mais uma opção de lazer, além de um Centro de Referência Ambiental para desenvolvimento de estudos e pesquisas ambientais.

1.2.4. Análise de compatibilidade do projeto, com a legislação ambiental, com políticas setoriais, os planos e programas de ação federal, estadual e municipal, propostos ou em execução na área de influência do empreendimento com o Plano Diretor Municipal, o Zoneamento Metropolitano e o Plano de Transporte em massa

▪ Breve Histórico da Legislação Ambiental

A legislação ambiental brasileira sempre esteve na vanguarda das normas de proteção ambiental. Evidencia esse fato a publicação de um Código Florestal, em 1941. Igualmente, demonstra esse pioneirismo, a edição, em 1981, da Política Nacional de Meio Ambiente – lei federal com abrangência sobre todo o território nacional.

A Política Nacional de Meio Ambiente teve como finalidade principal fixar, para todos os entes federativos, a obrigação de atender a normas e instrumentos voltados à preservação e conservação do meio, de forma a garantir a melhoria da qualidade de vida e assegurar condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana.

Entre os instrumentos previstos com o objetivo de executar suas diretrizes e princípios, em seu Art. 9º, elencou o licenciamento ambiental. Atualmente, um dos mecanismos mais utilizados pelos órgãos ambientais federal, estaduais e municipais no exercício do controle da qualidade ambiental.

Mais uma vez, reconhecendo, pioneiramente, a importância da proteção ambiental, o ordenamento jurídico do País, pela primeira vez, eleva a nível constitucional a matéria, em 1988. O Art. 225 da Carta Magna, de maneira expressa, reconhece o meio ambiente como bem difuso (pertencente a toda coletividade) e de interesse das presentes e futuras gerações.

Destaque-se, ainda, o Artigo 23 da CF que estabeleceu, em seus incisos VI e VII, respectivamente, a competência administrativa dos entes federativos para “proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas” e “preservar as florestas, a fauna e a flora”.

Recém sancionada e promulgada, a Lei Complementar nº 140, de 08 de dezembro de 2011, dispõe sobre a fixação de normas, nos termos dos incisos III, VI e VIII do caput e do parágrafo único do artigo 23 da Constituição Federal, que estabelece conceitos de licenciamento ambiental, mecanismos de atuação supletiva e subsidiária dos entes da federação, trazendo diversos instrumentos de cooperação entre os entes da União a serem utilizados para delegação de atribuições e de cooperação técnica e altera a Lei nº 6.938/81.

A seguir encontram-se listados os principais dispositivos legais aplicáveis direta ou indiretamente ao licenciamento, a implantação e a operação das Obras de Recuperação Ambiental do Complexo Lagunar de Jacarepaguá.

- Legislação Federal

De Caráter Geral

- **Constituição Federal, de 05 de maio de 1988:** O Artigo 23, inciso VI, determina que compete à União, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios proteger o meio ambiente e combater a poluição em todas as suas formas.

O Artigo 24, inciso VI, determina que compete à União, aos Estados e ao Distrito Federal legislar sobre florestas, caça, pesca, fauna, conservação da natureza, defesa do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição.

- **Lei Complementar nº 140, de 08 de dezembro de 2011:** Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981.
- **Lei nº 6.766, de 19 de Dezembro de 1979:** Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. Alterada pelas Leis nº 9.785/99, 10.932/2004, 11.445/2007 e 12.424/2011.
- **Lei nº 6.938, de 31 de Agosto de 1981:** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.
- **Decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002:** Regulamenta o art. 9º, inciso II, da Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE, e dá outras providências.
- **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001:** Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelecendo diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.
- **NBR 6484, fevereiro de 2001:** Solo - Sondagens de simples reconhecimento com SPT - Método de ensaio.

A Política Nacional do Meio Ambiente tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana.

- **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012:** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, exóticas e suas intervenções. Altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de

abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências.

- **Resolução CONAMA nº 01, de 13 de junho de 1998:** Dispõe sobre o Cadastro Técnico Federal de atividades e instrumentos de defesa ambiental.
- **Resolução CONAMA nº 429, de 28 de fevereiro de 2011:** Dispõe sobre a metodologia de recuperação das Áreas de Preservação Permanente - APPs.
- **Resolução CONAMA nº 417, 23 de novembro de 2009:** "Dispõe sobre parâmetros básicos para definição de vegetação primária e dos estágios sucessionais secundários da vegetação de Restinga na Mata Atlântica e dá outras providências."

Essa Lei visa assegurar às presentes e futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos, à utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável, à prevenção e à defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.

- **Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988:** Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências.
- **Decreto 5.500, de 07 de dezembro de 2004:** Regulamenta a Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e estabelece critérios de gestão de orla marítima e dá outras providências.

Destaca-se deste diploma legal o seguinte conceito de zona costeira: o espaço geográfico de interação do ar, mar e terra, incluindo seus recursos renováveis ou não, abrangendo uma faixa marítima e outra terrestre definidas pelo Plano. Ainda, segundo esta Lei, o PNGC tem por fim orientar a utilização racional dos recursos na zona costeira, contemplando os aspectos relativos à urbanização, ocupação e uso do solo, subsolo, das águas, parcelamento do solo, além de recreação e lazer.

- **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999:** Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental, e dá outras providências.

- **Decreto nº 4.281, de 25 de junho de 2002:** Regulamenta a Lei no 9.795, de 27 de abril de 1999, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental, e dá outras providências.
- **Resolução CONAMA nº 422, de 23 de março de 2010:** "Estabelece diretrizes para as campanhas, ações e projetos de Educação Ambiental, conforme Lei no 9.795, de 27 de abril de 1999, e dá outras providências."
- **NBR nº 10.151, de julho de 2000:** Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento.
- **NBR nº 10.152, de dezembro de 1987:** Níveis de ruído para conforto acústico.

Do Licenciamento

- **Resolução CONAMA nº 01, de 23 de janeiro de 1986:** Dispõe sobre a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental - EIA e respectivo Relatório de Impacto Ambiental – RIMA.

Esta Resolução foi criada com o objetivo de estabelecer definições das responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente.

- **Resolução CONAMA nº 06, de 24 de janeiro de 1986:** Estabelece os modelos de publicação de pedidos de licenciamento, em qualquer de suas modalidades, sua renovação e respectiva concessão da licença.

Esta resolução foi alterada pelas Resoluções nº 370, de 2006, nº 397, de 2008, nº 410, de 2009, e nº 430, de 2011. E complementada pela Resolução nº 393, de 2009.

- **Resolução CONAMA nº 09, de 03 de dezembro de 1987:** Dispõe sobre a realização de Audiências Públicas no processo de licenciamento ambiental.
- **Decreto nº 99.274, de 06 de junho de 1990:** Regulamenta as Leis nº 6.902/81 e 6.938/81, e estabelece que dependerão de licenciamento do órgão ambiental competente as atividades que utilizam recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou capazes de causar degradação ambiental e

que será exigido EIA e respectivo RIMA para fins do licenciamento. Alterado pelos Decretos nº 99.355/90, 122/91, 1.205/94, 3.942/2001 e 6.792/2009.

- **Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997:** Dispõe sobre o Licenciamento Ambiental.
- **Lei nº 10.650, de 16 de abril de 2003:** Dispõe sobre o acesso público aos dados e informações existentes nos órgãos e entidades integrantes do SISNAMA.

“Art. 1º - Fica dispensada a anuência prévia do INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE - INSTITUTO CHICO MENDES, nos processos de licenciamento ambiental de atividades ou empreendimentos com impacto local localizados em área urbana consolidada situada em Áreas de Proteção Ambiental - APA.

§ 1º Entende-se por área urbana consolidada aquela que atende a um dos seguintes critérios:

I - definição legal pelo poder público.

II - existência de, no mínimo, quatro dos seguintes equipamentos de infraestrutura urbana:

- a) malha viária com canalização de águas pluviais;
- b) rede de abastecimento de água;
- c) rede de esgoto;
- d) distribuição de energia elétrica e iluminação pública;
- e) recolhimento de resíduos sólidos urbanos; e
- f) tratamento de resíduos sólidos urbanos;

III - densidade demográfica superior a 5.000 habitantes por quilômetro quadrado.

§ 2º O licenciamento de atividade ou empreendimento de que trata este artigo deve respeitar o disposto no plano de manejo da Unidade de Conservação.

Art. 2º - Quando do licenciamento ambiental praticado pelo poder público local, a dispensa de anuência de que trata o art. 1º só será possível nos casos em que o Município:

- I - possua corpo técnico especializado, integrante do quadro funcional do Município, para a realização da fiscalização e do licenciamento ambiental;
- II - tenha implantado e em funcionamento o Conselho Municipal de Meio Ambiente;
- III - possua legislação própria disciplinando o licenciamento ambiental municipal e as sanções administrativas pelo seu descumprimento.

Art. 3º - A dispensa de anuência prévia de que trata esta Portaria não desobriga o Instituto Chico Mendes de fiscalizar as atividades e empreendimentos licenciados pelo município e adotar as medidas urgentes e necessárias para evitar ou minorar danos ambientais.”

- **Instrução Normativa IBAMA nº 04, de 13 de abril de 2011:** Estabelece procedimentos para elaboração de Projeto de Recuperação de Área Degradada - PRAD ou Área Alterada, para fins de cumprimento da legislação ambiental.

Dos Recursos Hídricos

- **Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997:** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Alterada pelas Leis nº 9.984/2000, 10.881/2004 e 12.334/2010.
- **Lei nº 7.754, de 14 de abril de 1989:** Estabelece medidas para proteção das florestas existentes nas nascentes dos rios e dá outras providências.
- **Lei nº 9.966, de 28 de abril de 2000:** Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências.
- **Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000:** Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências.

Esta Lei cria a Agência Nacional de Águas – ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, integrante do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, estabelecendo regras para a sua atuação, sua estrutura administrativa e suas fontes de recursos.

- **Resolução CNRH nº 16, de 08 de maio de 2001:** Dispõe sobre a outorga de direito de uso de recursos hídricos e dá outras providências.

A outorga de direito de uso de recursos hídricos é o ato administrativo mediante o qual a autoridade outorgante faculta ao outorgado previamente ou mediante o direito de uso de recurso hídrico, por prazo determinado, nos termos e nas condições expressas no respectivo ato, consideradas as legislações específicas vigentes.

- **Resolução ANA nº 707 de 2004** – *Dispõe sobre procedimentos de natureza técnica e administrativa a serem observados no exame de pedidos de outorga, e dá outras providências.*
- **Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005:** *Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.*
- **Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005:** *Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.*
- **Resolução CONAMA nº 397, de 03 de abril de 2008:** *Altera o inciso II do § 4º e a Tabela X do § 5º, ambos do art. 34 da Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA nº 357, de 2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.". Alterada pela Resolução nº 410, de 2009.*
- **Resolução CONAMA nº 410, de 04 de maio de 2009:** *Prorroga o prazo para complementação das condições e padrões de lançamento de efluentes, previsto no art. 44 da Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, e no Art. 3º da Resolução nº 397, de 3 de abril de 2008.*
- **Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011:** *Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente- CONAMA.*

Saneamento e Resíduos Sólidos

- **Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007:** Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978, e dá outras providências.
- **Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010:** Regulamenta a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências.
- **Resolução CONAMA nº 307, de 05 de julho de 2002:** Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Esta Resolução foi alterada pelas Resoluções CONAMA nº 348/2004 e nº431, de 2011.
- **Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010:** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.
- **Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010:** Regulamenta a Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências.
- **Resolução CONAMA nº 313, de 29 de outubro de 2002:** Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais.
- **ANVISA RDC nº342 de dezembro de 2002:** Aprova a elaboração dos Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos a serem apresentados a ANVISA para análise e aprovação.

Clima

- **Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009:** Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências.
- **Decreto Federal nº 7.390, de 9 de dezembro de 2010:** Regulamenta os arts. 6º, 11 e 12 da Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC.
- **Resolução CONAMA nº 382, de 02 de janeiro de 2007:** Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas.
- **Resolução CONAMA nº 418, de 26 de novembro de 2009:** Dispõe sobre critérios para a elaboração de Planos de Controle de Poluição Veicular - PCPV e para a implantação de Programas de Inspeção e Manutenção de Veículos em Uso - I/M pelos órgãos estaduais e municipais de meio ambiente e determina novos limites de emissão e procedimentos para a avaliação do estado de manutenção de veículos em uso. Esta Resolução foi alterada pela Resolução CONAMA nº 426/2010.

Política de Biodiversidade

- **Decreto nº 4.339, de 22 de agosto de 2002:** Institui princípios e diretrizes para a implementação da Política Nacional da Biodiversidade.
- **Decreto nº 5.092, de maio de 2004:** Define regras para identificação de áreas prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade, no âmbito das atribuições do Ministério do Meio Ambiente.
- **Instrução Normativa MMA nº 06, de 23 de setembro de 2008:** Estabelece as listas de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção ou com deficiência de dados.

Proteção do Meio Ambiente

- **Lei nº 5.197, de 03 de janeiro de 1967:** Lei de proteção à fauna. Alterada pelas Leis nº 7.653 e 7.679, de 1988, 9.111/99, 9.985/2000.
- **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981:** Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, institui o Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA e o Cadastro de Defesa Ambiental. Esta Lei estabelece ainda, como instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente, o licenciamento pelo órgão competente, a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras ou utilizadoras dos recursos ambientais (atualizado pela Lei nº 7.804/89).
- **Constituição Federal, de 05 de outubro de 1988:** O Capítulo IV, Artigo 225, determina que: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.
- **Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998:** Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. (lei de crimes ambientais) Alterada pelas Leis nº 9.985/2000, 11.428/2006, 12.305/2010 e 12.408/2011.
- **Resolução CONAMA nº 01, de 08 de março de 1990:** Dispõe sobre critérios e padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política.
- **Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005:** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamentos de efluentes, e dá outras providências. Esta Resolução foi alterada pelas Resoluções nº 370, de 2006, nº 397, de 2008, nº 410, de 2009, e nº 430, de 2011.

- **Decreto nº 6.514, de 22 de julho de 2008:** Regulamenta a Lei nº 9.605, de 12/02/1998, e dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências. Alterado pelos Decretos nº 6.686/2008, 7.029/2009, 7.404/2010 e 7.497/2011.

Dragagem

- **Lei nº 11.610, de 12 de dezembro de 2007:** Institui o Programa Nacional de Dragagem Portuária e Hidroviária, e dá outras providências.
- **Lei nº 9.537, de 11 de dezembro de 1997:** Dispõe sobre a segurança do tráfego aquaviário em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências.
- **Resolução CONAMA nº 454, de 8 de novembro de 2012:** Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para a avaliação do material a ser dragado em águas jurisdicionais brasileiras, e dá outras providências.
- **Portaria SEP nº 176, de 28 de dezembro de 2007:** Regulamenta a implantação do Programa Nacional de Dragagem e dá outras providências.
- **NORMAM-11, de 2001:** Normas da Autoridade Marítima para Obras, Dragagens, Pesquisa e Lavra de Minerais sob, sobre e às Margens das Águas Jurisdicionais Brasileiras.

Patrimônios

- **Decreto-Lei nº 25, de 30 de novembro de 1937:** Organiza a proteção do patrimônio histórico e artístico nacional.
- **Lei nº 3.924, de 26 de julho de 1961:** Dispõe sobre os monumentos arqueológicos e pré-históricos.

- **Decreto-Lei nº 2.398, de 21 de dezembro de 1987:** Dispõe sobre foros, laudêmios e taxas de ocupação relativas a imóveis de propriedade da União, e dá outras providências.
- **Lei nº 9.636, de 15 de maio de 1998:** Dispõe sobre a regularização, administração, aforamento e alienação de bens imóveis de domínio da União, altera dispositivos dos Decretos-Leis nos 9.760, de 5 de setembro de 1946, e 2.398, de 21 de dezembro de 1987, regulamenta o § 2º do art. 49 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias, e dá outras providências.
- **Lei nº 8.313, de 23 de dezembro de 1991:** Dispõe sobre o Restabelece princípios da Lei nº 7.505, de 2 de julho de 1986, institui o Programa Nacional de Apoio à Cultura (Pronac) e dá outras providências. Alterada pela Lei nº 9.874/99, 9.999/2000 e 11.646/2008.
- **Portaria IPHAN nº 230, de 23 de dezembro de 2002:** Dispõe sobre a obtenção de licenças ambientais referentes à apreciação e acompanhamento das pesquisas arqueológicas no país, e dá outras providências.

Mata Atlântica

- **Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006:** Dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica.
- **Decreto nº 6.660, de 21 de novembro de 2008:** Regulamenta dispositivos da Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica, e revoga o Decreto nº 750/1993.
- **Resolução CONAMA nº 388, de 23 de fevereiro de 2007:** Dispõe sobre a convalidação das resoluções que definem a vegetação primária e secundária nos estágios inicial, médio e avançado de regeneração da Mata Atlântica para fins do disposto no art. 4º do § 1º da Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006.

- **Resolução CONAMA nº 417, de 23 de novembro de 2009:** Dispõe sobre parâmetros básicos para definição de vegetação primária e dos estágios sucessionais secundários da vegetação de Restinga na Mata Atlântica e dá outras providências.
- **Resolução CONAMA nº 06, de 30 de maio de 1994:** Estabelece definições e parâmetros mensuráveis para análise de sucessão ecológica da Mata Atlântica no Rio de Janeiro.

Das Unidades de Conservação

- **Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981:** Dispõe sobre a criação de Estações Ecológicas, Áreas de Proteção Ambiental e dá outras providências. Estações Ecológicas são áreas representativas de ecossistemas brasileiros, destinadas à realização de pesquisas básicas e aplicadas de Ecologia, à proteção do ambiente natural e ao desenvolvimento da educação conservacionista.
- **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000:** Regulamenta o art. 225, § 1º, inciso I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Esta Lei institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação.
- **Decreto nº 99.274, de 06 de junho de 1990:** Regulamenta a Lei 6.902, de 27 de abril de 1981, e a Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõem, respectivamente, sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, e dá outras providências.
- **Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002:** Regulamenta artigos da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, e dá outras providências.

O Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação.

- **Decreto nº 5.566, de 26 de dezembro de 2005:** *Dá nova redação ao caput do art. 31 do Decreto 4.340, de 22 de agosto de 2002, que regulamenta artigos da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC.*

“Art. 31º Para os fins de fixação da compensação ambiental de que trata o art. 36 da Lei nº 9.985, de 2000, o órgão ambiental licenciador estabelecerá o grau de impacto a partir do estudo prévio de impacto ambiental e respectivo relatório – EIA/RIMA realizados quando do processo de licenciamento ambiental, sendo considerados os impactos negativos e não mitigáveis aos recursos ambientais.”

- **Decreto nº 5.746, de 05 de abril de 2006:** *Regulamenta o art. 21 da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza.*
- **Resolução CONAMA nº 371, de 05 de abril de 2006:** *Estabelece diretrizes aos órgãos ambientais para o cálculo, cobrança, aplicação, aprovação e controle de gastos de recursos advindos de compensação ambiental, conforme a Lei nº 9.985, de 18/07/00, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC e dá outras providências.*
- **Decreto nº 6848, de 14 de maio de 2009:** *Altera e acrescenta dispositivos ao Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002, para regulamentar a compensação ambiental.*

“Art. 1º A Reserva Particular do Patrimônio Natural - RPPN é unidade de conservação de domínio privado, com o objetivo de conservar a diversidade biológica, gravada com perpetuidade, por intermédio de Termo de Compromisso averbado à margem da inscrição no Registro Público de Imóveis.

Parágrafo único. As RPPNs somente serão criadas em áreas de posse e domínio privados.”

- **Resolução CONAMA nº 428, de 17 de dezembro de 2010:** *Dispõe, no âmbito do licenciamento ambiental sobre a autorização do órgão responsável pela administração da Unidade de Conservação (UC), de que trata o § 3º do artigo 36 da Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000, bem como sobre a ciência do órgão responsável pela administração da UC no caso de licenciamento ambiental de empreendimentos não sujeitos a EIA-RIMA e dá outras providências.*

- **Portaria MMA nº 206, de 17 de julho de 2008:** Dispõe sobre o licenciamento ambiental municipal de atividades ou empreendimentos localizados em área urbana consolidada situada em Áreas de Proteção Ambiental - APA.
- **Instrução Normativa ICMBio nº 05, de 02 de setembro de 2009:** Regulamenta, no âmbito do IBAMA, o procedimento da Compensação Ambiental, conforme disposto nos Decretos nº 4.340, de 22 de agosto de 2002, com as alterações introduzidas pelo Decreto 6.848, de 14 de maio de 2009.
- **Instrução Normativa IBAMA nº 08, de 14 de setembro de 2009:** Regulamenta, no âmbito do IBAMA, o procedimento da Compensação Ambiental, conforme disposto nos Decretos nº 4.340, de 22 de agosto de 2002, com as alterações introduzidas pelo Decreto 6.848, de 14 de maio de 2009.
- **Instrução Normativa ICMBio nº 17, de 15 de agosto de 2011:** Regula os procedimentos administrativos para a celebração de termos de compromisso em cumprimento às obrigações de compensação ambiental dirigidas a unidades de conservação federais, nos termos da exigência estabelecida no art. 36 da Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, de apoio à implantação e à manutenção de unidade de conservação nos casos de licenciamento ambiental de significativo impacto ambiental.

Essas áreas de proteção ambiental, chamadas de APA's são unidades de conservação, destinadas a proteger e conservar a qualidade ambiental e os sistemas naturais ali existentes, visando a melhor qualidade de vida da população local e também objetivando a proteção dos ecossistemas regionais.

- Legislação Estadual

De Caráter Geral

- **Constituição do Estado do Rio de Janeiro de 1989:** Capítulo VIII exclusivo do Meio Ambiente.

A Constituição do Estado do Rio de Janeiro, em seu Capítulo VIII, Do Meio Ambiente, estabelece no artigo 261 que “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente saudável e equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à qualidade de vida, impondo-se a todos, e em especial ao Poder Público, o dever de defendê-lo, zelar por sua recuperação e proteção em benefício das gerações atuais e futuras”.

De acordo com o parágrafo 1º, inciso II, incumbe ao Poder Público “proteger e restaurar a diversidade e a integridade do patrimônio genético, biológico, ecológico, paisagístico, histórico e arquitetônico”, bem como no inciso XIV “informar sistematicamente à população sobre os níveis de poluição, a qualidade do meio ambiente, as situações de risco de acidentes e a presença de substâncias potencialmente danosas à saúde na água potável e nos alimentos”.

Ainda no que tange à Constituição do Estado do Rio de Janeiro, o art. 274 determina que “as empresas concessionárias ou permissionárias de serviços públicos deverão atender aos dispositivos de proteção ambiental em vigor”, como no caso as obras de recuperação ambiental do Complexo Lagunar de Jacarepaguá.

- **Decreto nº 134 de 1975:** *Dispõe sobre a prevenção e controle da poluição do meio ambiente.*
- **Decreto nº 3.910, de 04 de fevereiro de 1981:** *Estabelece normas para o exame e anuência prévia a projetos de loteamentos e desmembramentos do solo urbano no Estado do Rio de Janeiro.*
- **Lei nº 784, de 05 de outubro de 1984:** *Estabelece normas para a concessão da anuência prévia do estado aos projetos de parcelamento do solo para fins urbanos nas áreas declaradas de interesse especial a proteção ambiental e dá outras providências.*
- **Lei nº 1.130, de 12 de fevereiro de 1987:** *Define as áreas de interesse especial do Estado e dispõe sobre os imóveis de área superior a 1.000.000 m² (um milhão de metros quadrados) e imóveis localizados em áreas limítrofes de municípios, para efeito do exame e anuência prévia a projeto de parcelamento do solo para fins urbanos, a que se refere o artigo 13 da Lei nº 6.766 de 19 de dezembro de 1979.*

- **Decreto nº 9.760, de 11 de março de 1987:** Regulamenta a Lei nº 1.130, de 12/02/87, localiza as Áreas de Interesse Especial do interior do Estado, e define as normas de ocupação a que se deverão submeter-se os projetos de loteamentos e desmembramentos a que se refere o artigo 13 da Lei nº 6.766/79.
- **Decreto nº 11.453, de 24 de junho de 1988:** Dispõe sobre o exame e a anuência prévia nos projetos de parcelamento do solo urbano a que se refere o art. 13, da Lei federal nº 6.766, de 19.12.79.
- **Lei nº 1.204, de 07 de outubro de 1987:** Institui o Comitê de Defesa do Litoral do Estado do Rio de Janeiro – CODEL e dá outras providências.
- **Decreto nº 11.376, de 02 de junho de 1988:** Institui o Comitê de Defesa do Litoral do Estado do Rio de Janeiro - CODEL-RJ, e dá outras providências.
- **Lei nº 1.356, de 03 de outubro de 1988:** Dispõe sobre os procedimentos vinculados à elaboração, análise e aprovação dos Estudos de Impacto Ambiental.
- **Lei nº 3.467, de 14 de setembro de 2000:** Dispõe sobre as Sanções Administrativas derivadas de condutas lesivas ao Meio Ambiente no Estado do Rio de Janeiro, e dá outras providências.
- **Decreto nº 26.058, de 14 de março de 2000:** Define as macrorregiões ambientais do Estado do Rio de Janeiro, e dá outras providências.
- **IT-1819.R-4:** Instrução Técnica para apresentação de projetos de parcelamento do solo.
- **Lei nº 5.101, de 04 de outubro de 2007:** Dispõe sobre a criação do Instituto Estadual do Ambiente – INEA e sobre outras providências para maior eficiência na execução das Políticas Estaduais de Meio Ambiente, de Recursos Hídricos e Florestais.
- **Deliberação CECA nº 4886, de 25 de setembro de 2007:** Aprova a DZ-215.R-4 - Diretriz de Controle de Carga Orgânica Biodegradável em Efluentes Líquidos de Origem Sanitária.

- **Decreto nº 40.744, de 25 de abril de 2007:** Dispõe sobre a organização, competência e funcionamento do Conselho Estadual de Meio Ambiente - CONEMA e dá outras providências.
- **Decreto nº 41.286, de 06 de maio de 2008:** Transfere ao Conselho Estadual de Meio Ambiente – CONEMA as atribuições da Câmara de Normatização da Comissão Estadual de Controle Ambiental - CECA, estabelecidas no Inciso I do §1º do art. 5º do Decreto no 21.287, de 23 de Janeiro de 1995.
- **Deliberação FEEMA nº 541, de 16 de dezembro de 2008:** Aprova norma para elaboração e controle de Termo de Ajustamento de Conduta - TAC.
- **Decreto nº 41.628, de 12 de janeiro de 2009:** Estabelece a Estrutura Organizacional do Instituto Estadual do Ambiente - INEA, criado pela Lei no 5.101, de 04 de outubro de 2007, e dá outras providências.
- **Resolução CONEMA nº 36, de 08 de junho de 2011:** Aprova o Termo de Referência para Elaboração de Projetos de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD.
- **Lei nº 5.690, de 14 de abril de 2010:** Institui a Política Estadual sobre Mudança Global do Clima e Desenvolvimento Sustentável e dá outras Providências.
- **Decreto nº 43.216, de 30 de setembro de 2011:** Dispõe Sobre os Critérios de Sustentabilidade Ambiental na Aquisição de Bens, Contratação de Serviços e Obras pela Administração Pública Estadual Direta e Indireta e dá outras Providências.
- **Decreto nº 43.629, de 05 de junho de 2012:** Regulamenta a Lei no 5.690, de 14 de abril de 2010, que dispõe sobre a Política Estadual sobre Mudança Global do Clima e Desenvolvimento Sustentável.

Do Licenciamento

- **Lei nº 1.898, de 26 de novembro de 1991:** Dispõe sobre a realização de Auditorias Ambientais.

- **Lei nº 3.467 de 2000:** Dispõe sobre as sanções administrativas derivadas de condutas lesivas ao meio ambiente do Estado do Rio de Janeiro.
- **Lei nº 4.235, de 02 de dezembro 2003:** Altera a Lei nº 1.356, de 03 de outubro de 1988, que dispõe sobre os procedimentos vinculados à elaboração, análise e aprovação dos estudos de impacto ambiental.
- **Lei nº 4.517, de 17 de janeiro de 2005:** Modifica a Lei nº 1.356 de 03 de outubro de 1988, que dispõe sobre os procedimentos vinculados à elaboração, análise e aprovação dos Estudos de Impacto Ambiental.
- **Diretriz-41.R-13:** Diretriz para a Implementação do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e do respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA).
- **Portaria FEEMA nº 2191, de 24 de abril de 2007:** Determina a partir de decisão do Conselho Diretor da FEEMA - CONDIR, a adoção de procedimentos simplificados e uniformes para recebimento e tramitação de documentos e processos relativos ao Estudo de Impacto Ambiental - EIA e Relatório de Impacto Ambiental - RIMA.
- **Lei nº 5.438, de 17 de abril de 2009:** Institui o Cadastro Técnico Estadual de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais e a Taxa de Controle e Fiscalização Ambiental no Estado do Rio de Janeiro, e dá outras providências.
- **Decreto nº. 43.641, de 15 de junho de 2012:** Dispõe sobre a criação, implantação, estruturação e operação das Unidades de Polícia Ambiental (Upam) no Estado do Rio de Janeiro, e dá outras providências.
- **Resolução INEA nº 7, de 29 de abril de 2009:** Define a competência do Conselho Diretor e do Diretor Presidente para deliberar, respectivamente, sobre processos de licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades de alto e médio impacto ambiental, e dá outras providências.
- **Decreto nº 42.159, de 02 de dezembro de 2009:** Dispõe sobre o Sistema de Licenciamento Ambiental - SLAM e dá outras providências.

(...)

V - Licença Ambiental: ato administrativo mediante o qual o órgão ambiental estabelece as condições, restrições e medidas de controle ambiental que devem ser obedecidas na localização, instalação, ampliação e operação de empreendimentos ou atividades considerados efetiva ou potencialmente poluidores ou aqueles que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, tais como:

a) Licença Prévia (LP): ato administrativo mediante o qual o órgão ambiental, na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade, aprova sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implantação.

b) Licença de Instalação (LI): ato administrativo mediante o qual o órgão ambiental autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante. A LI pode autorizar a pré-operação, por prazo especificado na licença, visando à obtenção de dados e elementos de desempenho necessários para subsidiar a concessão da Licença de Operação.

c) Licença de Operação (LO): ato administrativo mediante o qual o órgão ambiental autoriza a operação de atividade ou empreendimento, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta nas licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e demais condicionantes determinadas para a operação.

d) Licença Ambiental Simplificada (LAS): ato administrativo mediante o qual o órgão ambiental, em uma única fase, atesta a viabilidade ambiental, aprova a localização e autoriza a implantação e/ou a operação de empreendimentos ou atividades enquadrados na Classe 2, definida de acordo com a Tabela 1, constante do Capítulo III deste Decreto, estabelecendo as condições e medidas de controle ambiental que deverão ser observadas.

e) Licença Prévia e de Instalação (LPI): ato administrativo mediante o qual o órgão ambiental, em uma única fase, atesta a viabilidade ambiental e aprova a implantação de empreendimentos ou atividades, estabelecendo as condições e medidas de controle ambiental que deverão ser observadas nos casos especificados no Art. 12 deste Decreto.

f) Licença de Instalação e de Operação (LIO): ato administrativo mediante o qual o órgão ambiental aprova, concomitantemente, a instalação e a operação de atividade ou empreendimento, estabelecendo as condições e medidas de controle ambiental que devem ser

observadas na sua implantação e funcionamento, nos casos especificados no Art. 13 deste Decreto.

g) Licença Ambiental de Recuperação (LAR): ato administrativo mediante o qual o órgão ambiental aprova a remediação, recuperação, descontaminação ou eliminação de passivo ambiental existente, na medida do possível e de acordo com os padrões técnicos exigíveis, em especial aqueles em empreendimentos ou atividades fechados, desativados ou abandonados.

h) Licença de Operação e Recuperação (LOR): ato administrativo mediante o qual o órgão ambiental autoriza a operação da atividade ou empreendimento concomitante à recuperação ambiental de passivo existente em sua área, caso não haja risco à saúde da população e dos trabalhadores.

VI - Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos (OUT): ato administrativo mediante o qual o órgão ambiental autoriza o uso de recursos hídricos, superficiais ou subterrâneos, por prazo determinado, nos termos e condições que especifica.

VII - Termo de Encerramento (TE): ato administrativo mediante o qual o órgão ambiental atesta a inexistência de passivo ambiental que represente risco ao ambiente ou à saúde da população, quando do encerramento de determinada atividade ou após a conclusão do procedimento de recuperação mediante LAR, estabelecendo as restrições de uso da área.

VIII - Termo de Responsabilidade Técnica pela Gestão Ambiental (TRGA): declaração apresentada ao órgão ambiental, pelo profissional que assumirá a responsabilidade pela gestão ambiental de atividade ou empreendimento objeto de licenciamento de médio ou grande porte.

IX - Documento de Averbação: ato administrativo mediante o qual o órgão ambiental altera dados constantes de Licença ou Autorização Ambiental.

- ***Deliberação FEEMA nº 541, de 16 de dezembro de 2009:*** A Aprova norma para elaboração e controle de Termo de Ajustamento de Conduta - TAC.
- ***Resolução CONEMA nº 21, de 07 de maio de 2010:*** Aprova a DZ-056-R.3 - Diretriz para Realização de Auditoria Ambiental.

- **Resolução INEA nº 28, de 29 de dezembro de 2010:** Disciplina o Procedimento Administrativo de apuração de Infração Ambiental e define os Atos Administrativos utilizados nas Ações Fiscalizatórias do INEA.
- **Resolução CONEMA nº 31, de 04 de abril de 2011:** Indenização dos Custos de Análise e Processamento dos Requerimentos de Licenças, Certificados, Autorizações e Certidões Ambientais.
- **Resolução CONEMA nº 30, de 04 de abril de 2011:** Revoga os Termos da Deliberação CECA/CN nº 4.846, de 12/07/2007, que Aprovou o MN-050.R-2, da Resolução CONEMA nº 18, de 28/01/2010, que aprovou o MN-050.R-4, e da Resolução CONEMA nº 23, de 07/05/2010, que aprovou o MN-050.R-5 - Manual de Classificação de Atividades Poluidoras.
- **Resolução CONEMA nº 35, de 15 de agosto de 2011:** Dispõe sobre Audiências Públicas no âmbito do Licenciamento Ambiental Estadual.
- **Resolução CONEMA nº 42, de 17 de agosto de 2012:** Dispõe sobre as atividades que causam ou possam causar impacto ambiental local, fixa normas gerais de cooperação federativa nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente e ao combate à poluição em qualquer de suas formas, conforme previsto na Lei Complementar nº 140/2011, e dá outras providências
- **Resolução INEA nº 53, de 27 de março de 2012:** Estabelece os novos Critérios para a Determinação do Porte e Potencial Poluidor dos Empreendimentos e Atividades Poluidores ou Utilizadores de Recursos Ambientais, bem como os capazes de causar degradação Ambiental, sujeitos ao Licenciamento Ambiental.
- **Resolução INEA nº 52 de 19 de março de 2012:** Estabelece os Novos Códigos para o enquadramento de Empreendimentos e Atividades Poluidores ou Utilizadores de Recursos Ambientais, bem como os capazes de causar degradação ambiental, sujeitos ao Licenciamento Ambiental.

Dos Recursos Hídricos

- **Lei nº 650, de 11 de janeiro de 1983:** Dispõe sobre a Política Estadual de defesa e proteção das bacias fluviais e lacustres do Rio de Janeiro.
- **Lei nº 1.803, de 25 de março de 1991:** Cria a Taxa de Utilização de Recursos Hídricos de Domínio Estadual - TRH.
- **Lei nº 3.239, de 02 de agosto de 1999:** Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos; Cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos; Regulamenta a Constituição Estadual, em seu artigo 261, parágrafo 1º, inciso VII, e dá outras providências.
- **Portaria SERLA nº 307, de 23 de dezembro de 2002:** Estabelece critérios gerais e procedimentos técnicos e administrativos, bem como os formulários visando cadastro e requerimento, para emissão de outorga de direito de uso de recursos hídricos de domínio do Estado do Rio de Janeiro, e dá outras providências.
- **Lei nº 4.247, de 16 de dezembro de 2003:** Dispõe sobre a cobrança pela utilização dos recursos hídricos de domínio do Estado do Rio de Janeiro e dá outras providências.
- **Decreto nº 32.862, de 12 de março de 2003:** Dispõe sobre o Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro, previsto no art. 42 da Lei Estadual nº 3.239, de 02 de agosto de 1999, revoga o Decreto nº 32.225 de 21 de novembro de 2002 e dá outras providências.
- **Lei nº 5.234, de 05 de maio de 2008:** Altera a Lei nº 4.247, de 16 de dezembro de 2003, que dispõe sobre a Cobrança pela Utilização dos Recursos Hídricos de Domínio do Estado do Rio de Janeiro e dá outras providências.
- **Decreto nº 42.356, de 16 de março de 2010:** Dispõe sobre o tratamento e a demarcação das faixas marginais de proteção nos processos de licenciamento ambiental e de emissões de autorizações ambientais no estado do Rio de Janeiro.

- **Decreto nº 42.484, de 28 de maio de 2010:** Disciplina a transferência do procedimento de demarcação da Faixa Marginal de Proteção de Lagos, Lagoas, Lagunas e Cursos d'Água Estaduais aos Municípios.
- **Decreto nº 42.029, de 15 de junho de 2011:** Regulamenta o Programa Estadual de Conservação e Revitalização de Recursos Hídricos - PROHIDRO, previsto nos Artigos 5º e 11 da Lei nº 3.239, de 02 de Agosto de 1999, que Instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos, e dá Outras Providências.

Da Poluição

- **Lei nº 126, de 10 de maio de 1977:** Dispõe sobre a proteção contra a poluição sonora, estendendo, a todo o Estado do Rio de Janeiro, o disposto no Decreto-Lei nº 112, de 12 de agosto de 1969, do ex-Estado da Guanabara, com as modificações que menciona.
- **Decreto-Lei nº 134, de 16 de junho de 1975:** Dispõe sobre a prevenção e o controle da Poluição do Meio Ambiente no Estado do Rio de Janeiro, e dá outras providências.
- **Lei nº 855, de 17 de junho de 1985:** Dispõe sobre a divulgação, pelo Poder Executivo, dos dados relativos ao controle da poluição no Estado do Rio de Janeiro.
- **Decreto nº 11.376, de 02 de junho de 1988:** Institui o Comitê de Defesa do Litoral do Estado do Rio de Janeiro - CODEL-RJ, e dá outras providências.
- **Deliberação CECA nº 4886, de 25 de setembro de 2007:** Aprova a DZ-215.R-4 - Diretriz de Controle de Carga Orgânica Biodegradável em Efluentes Líquidos de Origem Sanitária.

Resíduos Sólidos e Saneamento

- **Lei nº 2.011, de 10 de julho de 1992:** Dispõe sobre a obrigatoriedade da implementação de Programa de Redução de Resíduos.
- **Lei nº 4.191, de 30 de setembro de 2003:** Estabelece a Política Estadual de Resíduos Sólidos e sua regulamentação, Decreto Estadual nº 41.084/07.
- **Lei nº 2.661, de 27 de dezembro de 1996:** Regulamenta o disposto no art. 274 da Constituição do Estado do Rio de Janeiro no que se refere à exigência de níveis mínimos de tratamento de esgotos sanitários, antes de seu lançamento em corpos d'água e dá outras providências.
- **Diretriz-1310:** Diretriz de implantação do sistema de manifesto de resíduos.
- **Norma Técnica-202:** Critérios e Padrões para lançamento de efluentes líquidos em corpos receptores.
- **Decreto nº 41.084, de 20 de dezembro de 2007:** Regulamenta a Lei nº. 4.191, de 30 de setembro de 2003, que dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos.

Das Unidades de Conservação

- **Lei nº 3.490, de 14 de novembro de 2000:** Dispõe sobre a sinalização de locais de interesse ecológico.
- **Lei nº 3.443, de 14 de julho de 2000:** Regulamenta o Art. 27 das Disposições Transitórias e os Arts. 261 e 271 da Constituição do Estado do Rio de Janeiro, estabelece a criação dos Conselhos Gestores para as Unidades de Conservação Estaduais e dá outras providências.
- **Resolução SEMADS nº 241, de 21 de novembro de 2000:** Constitui Grupo de Trabalho para elaboração de Projeto Atlas das Unidades de Conservação do Estado do Rio de Janeiro.

- **Resolução INEA nº 51, de 06 de março de 2012:** *Disciplina o Procedimento Administrativo de Manifestação das Unidades de Conservação Estaduais quando mais de uma for afetada por Atividade ou Empreendimento objeto de Licenciamento Ambiental.*

- Legislação Municipal

Caráter Geral

- **Lei Orgânica do Município do Rio de Janeiro**

Art. 30 - Compete ao Município:

....

VI - organizar e prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, entre outros, os seguintes serviços:

...

d) proteger o meio ambiente e o patrimônio histórico, cultural e ecológico do município;

...

XLI - preservar o meio ambiente, as florestas, a fauna, a flora, a orla marítima e os cursos de água do município;

Art. 70. As leis complementares serão aprovadas por maioria absoluta, em dois turnos, com intervalo de quarenta e oito horas, e receberão numeração distinta das leis ordinárias.

Parágrafo único. São leis complementares, entre outras previstas nesta Lei Orgânica:

I - a Lei Orgânica do sistema tributário;

II - a Lei Orgânica do Tribunal de Contas do município e de sua Procuradoria Especial;

III - a Lei Orgânica da Procuradoria-Geral do município;

IV - o Estatuto dos Servidores Públicos do Município;

V - o Plano Diretor da Cidade;

VI - a Lei Orgânica da guarda municipal;

VII - o Código de Administração Financeira e Contabilidade Pública;

VIII - o Código de Licenciamento e Fiscalização;

IX - o Código de Obras e Edificações.

Art. 127. Os Conselhos terão por finalidade auxiliar a administração pública na análise, planejamento, formulação e aplicação de políticas, na fiscalização das ações governamentais e nas decisões de matéria de sua competência.

§ 1º. Os conselhos terão caráter exclusivamente consultivo, salvo quando a lei lhes atribuir competência normativa, deliberativa ou fiscalizadora.

§ 2º. Os conselhos terão dotação orçamentária específica a infra-estrutura adequada à realização de seus objetivos.

§ 3º. A lei criará, dentre outros, os seguintes conselhos:

...

IX - de Meio Ambiente.

Art.129. Caberá ao Conselho Municipal de Meio Ambiente, órgão deliberativo de representação paritária do Poder Executivo e da sociedade civil, assegurada a participação de um membro da Procuradoria-Geral do Município, resguardadas outras atribuições estabelecidas em lei, definir, acompanhar, fiscalizar, promover e avaliar políticas, ações, projetos e programas referentes às questões relativas ao meio ambiente.

Parágrafo único. O município instituirá fundo de conservação ambiental, que terá por objetivo o financiamento de projetos de recuperação e restauração ambiental, de prevenção de danos ao meio ambiente e de educação ecológica

Art. 292.O município promoverá e incentivará o turismo como fator de desenvolvimento econômico e social, bem como de divulgação, valorização e preservação do patrimônio cultural e natural da cidade, assegurando sempre o respeito ao meio ambiente, às paisagens notáveis e à cultura local.

Art. 422. A política urbana, formulada e administrada no âmbito do processo de planejamento e em consonância com as demais políticas municipais, implementará o pleno atendimento das funções sociais da cidade.

§ 1º. As funções sociais da cidade compreendem o direito da população a moradia, transporte público, saneamento básico, água potável, serviços de limpeza urbana, drenagem das vias de circulação, energia elétrica, gás canalizado, abastecimento, iluminação pública, saúde, educação, cultura, creche, lazer, contenção de encostas, segurança e preservação, proteção e recuperação do patrimônio ambiental e cultural.

§ 2º. É ainda função social da cidade a conservação do patrimônio ambiental, arquitetônico e cultural do município, de cuja preservação, proteção e recuperação cuidará a política urbana.

Ainda, dentro da Lei Orgânica do Município, podemos observar o capítulo VI - Do meio ambiente (art. 460 ao art. 481)

- **Lei Complementar nº 111, de 1º de fevereiro de 2011:** Dispõe sobre a Política Urbana e Ambiental do Município, institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Sustentável do Município do Rio de Janeiro e dá outras providências.

Política Municipal de Mudança Climáticas

- **Lei 5.248, de 27 de janeiro de 2011** – Institui a Política Municipal sobre Mudança do Clima e Desenvolvimento Sustentável.
- **Decreto nº 31.415, de 30 de Novembro de 2009** - Fórum Carioca de Mudanças Climáticas.

Política Municipal de Resíduos Sólidos e Saneamento

- Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PMGIRS: previsto nas Leis Municipais nº 4.969/2008, e nº 5.248/2011 e no Decreto Municipal nº 31.416/2009, nos termos da Política Nacional de Resíduos Sólidos e, em atendimento à Lei Federal nº 11.445/2007.
- **Decreto Municipal nº 34.290/2011:** Plano Municipal de Saneamento Básico de Água e Esgoto do Município do Rio de Janeiro (PMSB-AE).

Emissões Sonoras

- **Lei Municipal nº 3.268, de 29 de agosto de 2001:** institui no Município do Rio de Janeiro as condições básicas de proteção da coletividade contra a poluição sonora.

De acordo com a lei, serão permitidos, independentemente dos níveis emitidos, os ruídos e sons que provenham de cravação de estacas à percussão e máquinas ou equipamentos utilizados em obras públicas ou privadas, desde que não passíveis de confinamento, atendidas as medidas de controle de ruídos, seja na fonte ou na trajetória, nos dias úteis, e observada a melhor tecnologia disponível, respeitado o horário entre 10 e 17 horas, nos dias úteis.

Devem ser observados, também, os níveis máximos para sons e ruídos externos, em dBA, vinculados ao zoneamento municipal, de acordo com a NBR 10151, estabelecidos no Anexo I da lei supracitada, de acordo com as áreas onde serão realizadas as obras e instalações.

Campo de Golfe Olímpico

- **Lei Complementar nº 123 de 14 de janeiro de 2013:** altera as redações das Leis Complementares nº 74, de 14 de janeiro de 2005, e nº 101, de 23 de novembro de 2009, estabelece condições para instalação de Campo de Golfe Olímpico e dá outras providências.

Unidades de Conservação

Nas Áreas de Influência Direta e Indireta das atividades ora avaliadas pelo presente Relatório Ambiental Simplificado – RAS, foram identificadas as seguintes unidades de conservação:

i. Unidades de Conservação de Uso Sustentável

- APA da Fazenda da Taquara - Decreto Municipal nº 21.209/2002
- APA das Tabebuias - Decreto Municipal 18199/99
- APA da Orla Marítima - Lei Municipal nº 1.272/90
- APA da Paisagem e Areal do Pontal - Decreto Municipal nº 18.849/88
- APA da Pedra Branca - Lei Municipal nº 1206/88
- APA da Serra dos Pretos Forros - Decreto Municipal nº 19145/00
- APA do Bairro da Freguesia - Decreto Municipal nº 11.830/92
- APA do Morro do Valqueire - Lei nº 3.313/2001
- APA da Orla da Baía de Sepetiba - Lei Municipal nº 1.208/90
- APA de Grumari - Lei Municipal nº 944/86
- APA da Prainha - Lei Municipal nº 1.534/90
- APA do Parque Municipal Ecológico de Marapendi - Decreto Municipal no 10.368/91

- APARU do Alto da Boa Vista - Decreto Municipal nº 11.301/92

ii. Unidades de Proteção Integral

- Parque Estadual da Pedra Branca - Lei Estadual n.º 2.377/74
- Parque Natural Municipal Bosque da Barra - Decreto Municipal nº 4105/83
- Parque Natural Municipal da Freguesia (Bosque da Freguesia) - Decreto Municipal nº 1.830/92
- Parque Natural Municipal de Grumari - Decreto Municipal nº 20149/2001
- Parque Natural Municipal da Prainha - Decreto Municipal nº 17445/99
- Parque Natural Municipal de Marapendi - Decreto Municipal nº 10.368/91
- Parque Nacional da Tijuca - Decreto Federal nº 50.923/61
- Parque Natural Municipal Chico Mendes - Decreto Municipal nº 8.452/89
- Parque Natural Municipal Professor Melo Barreto - Lei nº 1050/2007

iii. Áreas Tombadas

- Ilha da Coroa - Lei nº 68 /1978
- Morro Dois Irmãos (Maciço da Pedra Branca) - Decreto Municipal nº 11.850/92
- Pedra da Baleia - Tombamento Estadual/83
- Morro do Urubu - Tombamento Estadual/72
- Morro do Portelo - Tombamento Estadual/83
- Morro do Rangel - Decreto Estadual nº 7840/75
- Pontal de Sernambetiba - Tombamento Estadual/ 83
- Pedra de Itaúna - Lei nº 1386/1996
- Morro do Cantagalo - Tombamento Estadual/80
- Morro do Amorim - Tombamento Estadual/80
- Pedra da Panela - Decreto Estadual nº 2715/69
- Pedra de Itapuã - Tombamento Estadual/ 68

▪ Considerações Finais

O projeto em análise, previsto inclusive no Plano Diretor da Cidade do Rio de Janeiro, é de suma importância para os moradores e turistas que visitam a Cidade. As ações propostas são compatíveis com a legislação brasileira e, com a aprovação de alguns projetos de lei, o favorecimento para a sua realização poderá ser ainda maior, como é o caso do Projeto de Lei Complementar nº 113, de 2012. Tal projeto estabelece condições para instalação de Campo de

Golfe Olímpico e dá outras providências. Ressalta-se que deverão ser respeitadas todas as condicionantes impostas pela legislação federal, estadual e municipal supracitadas, levando-se em consideração as licenças, autorizações, planos e relatórios que deverão ser elaborados visando complementar o licenciamento ambiental.

1.3. Planejamento das Intervenções

1.3.1. Apresentação de justificativa para o volume a ser dragado

A premissa básica que norteou o projeto foi encontrar o ponto ideal, sob o aspecto técnico e econômico, que permitisse a recuperação das lagoas e canais dragando o menor volume possível de forma a causar o menor impacto ambiental e transtorno às comunidades vizinhas. Para isso fez-se um estudo hidrodinâmico de todo o Complexo Lagunar de Jacarepaguá para determinação da melhor relação entre a troca hídrica e correspondente volume a ser dragado, chegando-se ao menor volume que permitirá a troca hídrica de 100% das águas da lagoa de Jacarepaguá, 90% Camorim, 60% Tijuca e Joatinga e 40% Marapendi, correspondendo a um volume aproximado de 5.800.000 de m³ de material dragado, conforme pode ser observado no Quadro a seguir:

Quadro 1.3.1-1: Volume de material a ser dragado.

Região	Bairros Contribuintes	Volume (m ³)
Canal da Joatinga	Barra da Tijuca, Itanhangá e Joá	377.323,00
Lagoa da Tijuca	Barra da Tijuca e Itanhangá	1.558.191,00
Lagoa de Camorim	Barra da Tijuca, Jacarepaguá, Cidade de Deus, Gardênia Azul, Anil, Freguesia, Taquara, pechincha, Tanque Praça Seca e Vila Valqueire	151.771,00
Lagoa de Jacarepaguá	Barra da Tijuca, Vargem Grande, Curicica, Vargem Pequena, Camorim e Jacarepaguá	1.537.405,00
Lagoa de Marapendi	Barra da Tijuca e Recreio	2.238.715,00
TOTAL		5.863.405,00

Fonte: PROJCONSULT, 2011

1.3.2. *Apresentação de justificativa para as alternativas de disposição do material dragado*

A disposição final do material dragado nas obras de Recuperação Ambiental do Complexo Lagunar de Jacarepaguá em águas jurisdicionais brasileiras (alto mar) se mostrou inviável tanto financeiramente quanto tecnicamente, devido à distância e à dificuldade para se transferir o material dragado para alto mar. Assim foram estudadas áreas de disposição (bota-fora) próximas dos locais de dragagem, onde o material dragado seria bombeado diretamente para essas áreas, de forma a baratear a execução e não gerar impactos sobre o sistema viário da região, em função do aporte de tráfego de caminhões carregados de sedimentos dragados.

Caso fosse realizado o transporte do material dragado para o aterro sanitário de Seropédica, seriam necessárias cerca de 390.000 viagens de caminhões com caçamba de 15 m³ ao longo dos 24 meses de obra. Estimando que a obra seja realizada apenas em dias úteis (aproximadamente 240 dias úteis/ano), para o transporte de todo o material dragado seriam necessárias cerca de 812 viagens por dia (1.624 considerando ida e volta), causando um grande impacto sobre o sistema viário e ainda um incremento nas emissões atmosféricas de SOx e material particulado (fumaça preta), além de um elevado custo para a implantação do projeto.

Desta forma, foram identificadas 5 (cinco) áreas possíveis, sendo três principais e duas alternativas, cuja caracterização dessas encontra-se apresentado no item 1.3.5. *Identificação dos locais de botafora, contemplando a caracterização das alternativas locais, constando as coordenadas geográficas.*

1.3.3. *Caracterização qualitativa e quantitativa do material a ser dragado, com base nas Resoluções do CONAMA 344 e 420*

Com o objetivo de obter as características físico-químicas e os riscos potenciais ao meio ambiente do material a ser dragado das obras de Recuperação Ambiental do Complexo Lagunar de Jacarepaguá, foram coletados 97 (noventa e sete) testemunhos distribuídos por 62 (sessenta e duas) estações de coleta ao longo de todo o canal a ser dragado, sendo: Lagoa de

Jacarepaguá, Lagoa de Camorim, Lagoa da Tijuca, Canal da Joatinga e Lagoa de Marapendi respectivamente.

As coletas foram realizadas entre os dias 19 de abril e 5 de maio de 2011, cujo relatório de coletas encontra-se no **Anexo 1-3 – Volume III** do presente relatório.

Para as análises, o material recolhido foi caracterizado de acordo com o que preconiza as Resoluções nº 344/2004 e 420/2009 do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, e o método de granulometria conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, NBR 7181. Ressalta-se que os parâmetros analisados para o presente estudo são os preconizados na Resolução CONAMA nº344, de acordo como o exigido na Instrução Técnica para elaboração do RAS. Outrossim, destaca-se que as análises dos parâmetros também atendem à Resolução CONAMA nº454 que foi publicada posteriormente à emissão da IT.

Para a caracterização física, as amostras retiradas dos testemunhos foram separadas pelas diferentes frações granulométricas (granel, areia muito grossa + areia grossa, areia média, areia fina, areia muito fina, argila + silte), sendo analisados pelo diâmetro da partícula indicado pela Resolução CONAMA nº 344/04. Para a determinação das concentrações de poluentes no sedimento, foi realizada a caracterização química destas amostras, coletada em dois níveis distintos, sempre que possível, descontando a lâmina d'água. Amostra superior, coletada a 0,75 m de profundidade e amostra de fundo, recolhida entre 1,0m e 2,50 m de profundidade, conforme a cota de dragagem estabelecida para cada sessão. Esse procedimento de coleta foi previamente apresentado e discutido com o INEA durante a fase de elaboração do Projeto de Recuperação Ambiental do Complexo Lagunar de Jacarepaguá.

As localizações das referidas estações encontram-se apresentadas nas Figuras e Quadro a seguir:



Figura 1.3.3-1: Localização dos Pontos Amostrais na Lagoa de Jacarepaguá.

Fonte: PROJCONSULT, 2011



Figura 1.3.3-2: Localização dos Pontos Amostrais no Canal de Camorim.

Fonte: PROJCONSULT, 2011



Figura 1.3.3-3: Localização dos Pontos Amostrais na Lagoa da Tijuca.

Fonte: PROJCONSULT, 2011



Figura 1.3.3-4: Localização dos Pontos Amostrais no Canal da Joatinga.

Fonte: PROJCONSULT, 2011



Figura 1.3.3-5: Localização dos Pontos Amostrais na Lagoa de Marapendi (articulação 1 de 4).

Fonte: PROJCONSULT, 2011

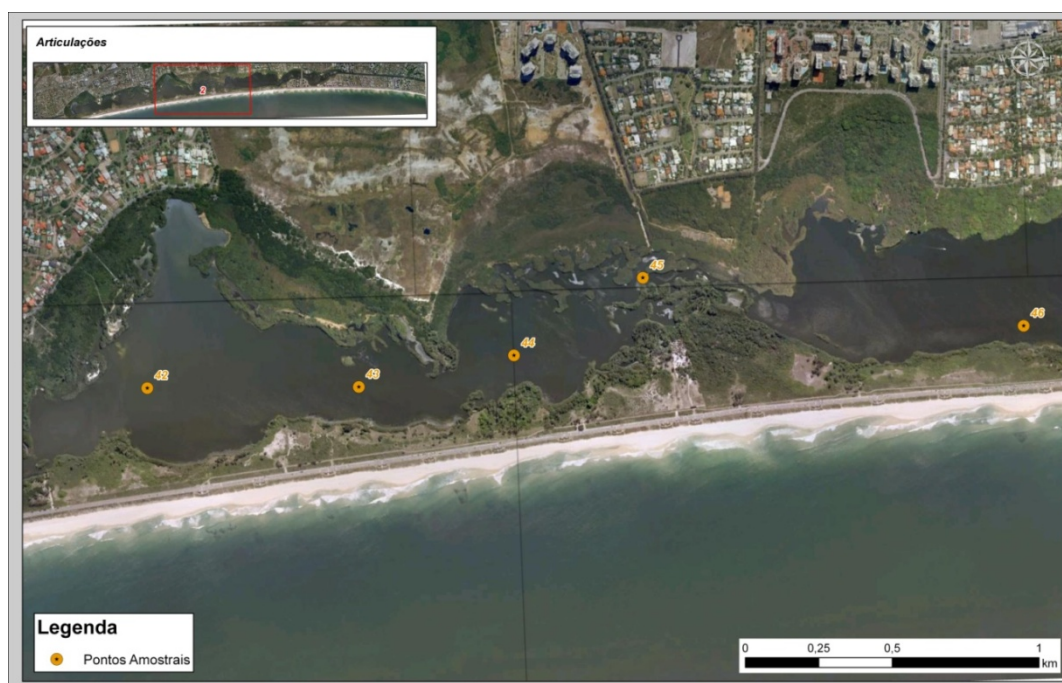


Figura 1.3.3-6: Localização dos Pontos Amostrais na Lagoa de Marapendi (articulação 2 de 4).

Fonte: PROJCONSULT, 2011



Figura 1.3.3-7: Localização dos Pontos Amostrais na Lagoa de Marapendi (articulação 3 de 4).
Fonte: PROJCONSULT, 2011

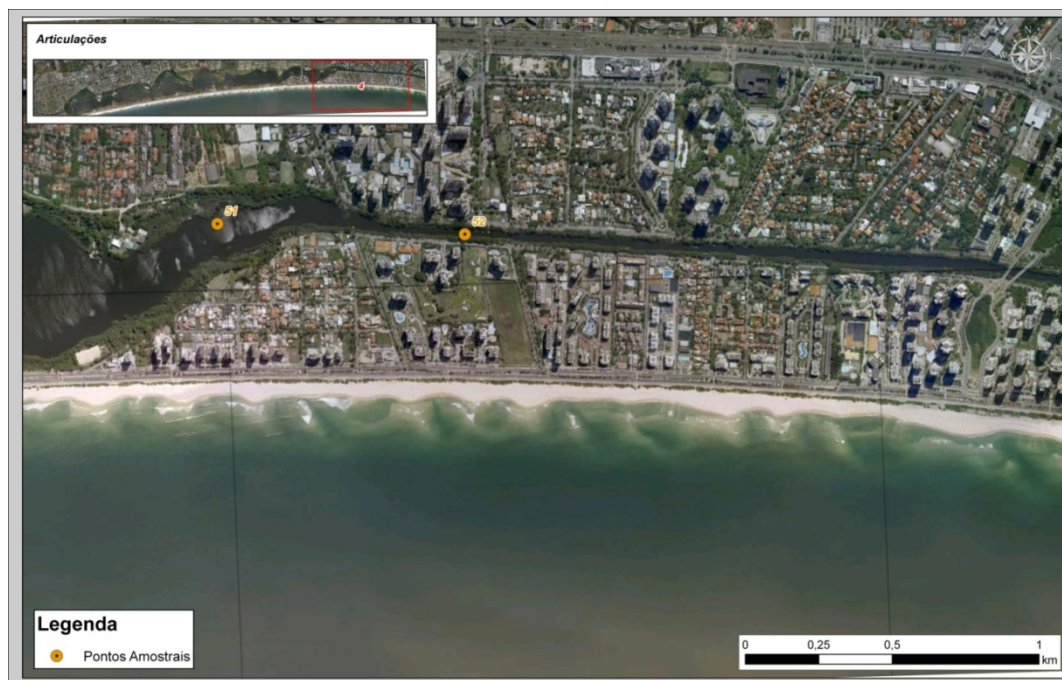


Figura 1.3.3-8: Localização dos Pontos Amostrais na Lagoa de Marapendi (Articulação 4 de 4).
Fonte: PROJCONSULT, 2011

Quadro 1.3.3-1: Coordenadas dos pontos de coleta de sedimentos do Complexo Lagunar de Jacarepaguá.

PONTOS DE AMOSTRAGEM	AMOSTRAS	COORDENADAS		LOCALIZAÇÃO
		E	N	
AD 01	1	663186,662	7457138,137	L. de Jacarepaguá
AD 02	1	664220,114	7457041,163	L. de Jacarepaguá
AD 03	2	664726,712	7457166,244	L. de Jacarepaguá
AD 04	2	665326,07	7456763,177	L. de Jacarepaguá
AD 05	2	665045,051	7457366,204	L. de Jacarepaguá
AD 06	1	665227,669	7457560,764	L. de Jacarepaguá
AD 07	2	665434,656	7457799,667	L. de Jacarepaguá
AD 08	2	665897,095	7458095,561	L. de Jacarepaguá
AD 09	2	666362,968	7457974,526	L. de Jacarepaguá
AD 10	2	666868,373	7457993,741	L. de Jacarepaguá
AD 11	1	667832,989	7458258,021	L. de Camorim
AD 12	2	668246,54	7458257,78	L. de Camorim
AD 13	1	668606,625	7457963,795	L. de Camorim
AD 14	2	669188,597	7457911,584	L. de Camorim
AD 15	2	669542,9	7457718,088	L. de Camorim
AD 16	2	669999,963	7457402,806	L. da Tijuca
AD 17	2	670351,141	7457132,958	L. da Tijuca
AD 18	1	668721,144	7457115,098	L. da Tijuca
AD 19	2	669072,24	7457058,806	L. da Tijuca
AD 20	2	669462,173	7456773,737	L. da Tijuca
AD 21	2	670105,647	7456656,717	L. da Tijuca
AD 22	2	670562,593	7456663,499	L. da Tijuca
AD 23	2	668907,52	7456099,26	L. da Tijuca
AD 24	2	669516,049	7456171,742	L. da Tijuca
AD 25	2	670021,43	7456227,75	L. da Tijuca
AD 26	2	670509,68	7456406,67	L. da Tijuca
AD 27	2	670946,42	7456373,24	L. da Tijuca
AD 28	2	671395,14	7456054,47	L. da Tijuca
AD 29	2	671878,311	7455977,263	L. da Tijuca
AD 30	2	672309,603	7455739,726	L. da Tijuca
AD 31	1	673107,276	7455473,432	Canal da Joatinga

PONTOS DE AMOSTRAGEM	AMOSTRAS	COORDENADAS		LOCALIZAÇÃO
		E	N	
AD 32	1	673085,452	7455030,766	Canal da Joatinga
AD 33	2	673493,999	7455094,811	Canal da Joatinga
AD 34	2	673572,913	7455343,782	Canal da Joatinga
AD 35	1	673883,692	7454792,199	Canal da Joatinga
AD 36	1	674240,715	7454314,747	Canal da Joatinga
AD 37	1	659316,259	7453657,637	L. de Marapendi
AD 38	1	659936,271	7453653,588	L. de Marapendi
AD 39	1	660568,44	7453880,307	L. de Marapendi
AD 40	1	661143,876	7453912,695	L. de Marapendi
AD 41	1	662007,03	7453997,715	L. de Marapendi
AD 42	1	662481,156	7454228,482	L. de Marapendi
AD 43	1	663199,83	7454223,799	L. de Marapendi
AD 44	1	663742,425	7454350,388	L. de Marapendi
AD 45	1	664187,111	7454617,45	L. de Marapendi
AD 46	1	665479,818	7454447,342	L. de Marapendi
AD 47	1	666365,425	7454539,143	L. de Marapendi
AD 48	1	666742,553	7454667,305	L. de Marapendi
AD 49	1	667118,188	7454876,262	L. de Marapendi
AD 50	1	667811,152	7454658,223	L. de Marapendi
AD 51	1	668557,255	7454935,636	L. de Marapendi
AD 52	1	669397,046	7454905,746	L. de Marapendi
AD 53	1	672632,29	7454899,36	L. de Marapendi
AD 54	2	662913	7456749	L. de Jacarepaguá
AD 55	2	663423	7456666	L. de Jacarepaguá
AD 56	2	663833	7457196	L. de Jacarepaguá
AD 57	2	663893	7457762	L. de Jacarepaguá
AD 58	2	665239	7456520	L. de Jacarepaguá
AD 59	2	669824	7456579	L. da Tijuca
AD 60	2	670435	7456131	L. da Tijuca
AD 61	2	670931	7456034	L. da Tijuca
AD 62	2	671407	7456457	L. da Tijuca

Fonte: PROJCONSULT, 2011

A análise física dos sedimentos é um importante parâmetro para avaliar o tipo de material a ser dragado e definir os métodos e procedimentos de dragagem e disposição final deste material que deverão ser adotados.

Com base na Resolução CONAMA nº 344/04, o sedimento foi classificado conforme o diâmetro da partícula em cascalho, areia muito grossa, areia média, areia fina, areia muito fina, silte e argila. O Quadro, a seguir, apresenta os resultados obtidos da análise física, conforme o percentual granulométrico das amostras, cujo laudo oficial referente às análises físicas se encontra no **Anexo 1-4 – Volume III** do presente relatório.

Quadro 1.3.3-2: Classificação granulométrica do sedimento.

Localidade	Ponto	Nível	Cascalho	Areia Muito Grossa	Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Areia Muito Fina	Silte	Argila
Jacarepaguá	AD-01	S	0	0	11,153	49,293	8,2608	6,9013	20,695	3,697
Jacarepaguá	AD-02	S	0	0	9,6488	8,9633	43,104	15,832	18,133	4,319
Jacarepaguá	AD-03	F	0	0	5,7568	20,969	32,907	16,01	20,905	3,453
Jacarepaguá	AD-03	S	0	1,4537	2,6348	58,859	20,337	6,3726	10,002	0,341
Jacarepaguá	AD-04	F	2,5672	1,173	2,5164	11,376	14,433	38,295	26,891	2,748
Jacarepaguá	AD-04	S	1,054	1,712	1,3545	8,9008	26,506	26,944	30,136	3,393
Jacarepaguá	AD-05	F	0	3,4432	5,1276	17,703	26,725	18,54	25,787	2,674
Jacarepaguá	AD-05	S	0	0	0	0	5,6157	20,041	69,995	4,349
Jacarepaguá	AD-06	S	0	1,9099	1,5332	9,1277	23,703	26,725	34,623	2,378
Jacarepaguá	AD-07	F	0	0,6711	2,6578	9,1982	22,183	32,901	31,007	1,383
Jacarepaguá	AD-07	S	0	1,7822	2,8696	9,8907	24,019	25,141	34,311	1,987
Jacarepaguá	AD-08	F	0	1,148	2,5638	9,7582	13,594	19,642	50,012	4,431
Jacarepaguá	AD-08	S	0	0,9802	2,1264	9,5007	12,429	24,465	47,603	2,896
Jacarepaguá	AD-09	F	0	0	0	1,8653	15,763	10,896	66,802	4,674
Jacarepaguá	AD-09	S	0	1,7502	1,1602	9,6922	10,369	17,653	55,424	3,952
Jacarepaguá	AD-10	F	0	1,6249	2,4698	10,318	5,0047	6,3824	69,017	5,183
Jacarepaguá	AD-10	S	0	1,1327	2,118	8,4955	6,5804	9,1895	67,735	4,749
Camorin	AD-11	S	0	1,0255	1,231	6,4982	3,7714	20,134	62,965	4,374
Camorin	AD-12	F	0	1,7092	2,7495	5,4397	1,947	8,0357	76,693	3,426
Camorin	AD-12	S	0	0,9244	0,0988	4,6296	4,5016	12,506	72,965	4,374
Camorin	AD-13	S	0	0	1,4332	2,3896	3,783	13,882	74,598	3,914

Localidade	Ponto	Nível	Cascalho	Areia Muito Grossa	Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Areia Muito Fina	Silte	Argila
Camorin	AD-14	F	0	3,2107	2,4451	12,401	6,0992	8,5611	62,509	4,775
Camorin	AD-14	S	0	0,2166	1,2396	0,8726	4,8275	24,445	65,183	3,216
Camorin	AD-15	F	0	2,6608	1,9956	12,813	5,3795	8,9615	62,948	5,242
Camorin	AD-15	S	0	0,1724	0,1581	1,3077	3,7508	28,948	62,847	2,816
Tijuca	AD-16	F	0	2,395	1,6638	6,8457	12,327	31,044	39,49	6,234
Tijuca	AD-16	S	0	3,2543	5,5045	6,2824	11,139	26,347	43,8	3,674
Tijuca	AD-17	F	0	3,0561	2,8478	7,8626	11,85	28,157	41,005	5,222
Tijuca	AD-17	S	0	1,9923	2,6131	6,9442	10,106	29,94	47,988	0,417
Tijuca	AD-18	S	0	1,0741	1,9847	5,8175	15,653	31,379	36,849	7,245
Tijuca	AD-19	F	0	5,1236	5,9505	10,466	9,2606	6,7679	59,478	2,954
Tijuca	AD-19	S	0	2,2252	7,3606	4,8548	10,96	17,356	53,089	4,154
Tijuca	AD-20	F	0	2,1236	4,5874	4,6037	10,961	10,404	60,243	7,077
Tijuca	AD-20	S	0	1,0056	6,5049	6,1167	5,1701	6,739	68,83	5,634
Tijuca	AD-21	F	0	2,7532	2,6961	7,9298	10,96	16,496	55,332	3,833
Tijuca	AD-21	S	0	1,6041	4,3004	5,862	11,361	27,677	44,364	4,832
Tijuca	AD-22	F	0	3,6871	3,6013	8,5025	8,1192	20,826	53,907	1,357
Tijuca	AD-22	S	0	2,5245	2,7304	7,4034	10,978	29,048	44,497	2,819
Tijuca	AD-23	F	0	4,6853	3,7907	10,119	6,1814	11,686	59,371	4,167
Tijuca	AD-23	S	0	3,3642	2,9739	9,0729	5,9874	22,25	53,334	3,018
Tijuca	AD-24	F	0	3,6871	3,6013	8,5025	8,1192	17,586	51,893	6,611
Tijuca	AD-24	S	0	4,4666	1,8618	8,3087	9,3789	15,685	55,143	5,155
Tijuca	AD-25	F	0	2,7116	1	2,4975	14,861	13,161	61,371	4,398
Tijuca	AD-25	S	0	2,5698	2,4854	9,2065	9,1116	16,405	58,203	2,019
Tijuca	AD-26	F	0	1,5675	2,9927	3,4096	10,094	11,663	62,339	7,935
Tijuca	AD-26	S	0	2,5528	2,8702	2,9107	7,6366	6,1968	70,611	7,222
Tijuca	AD-27	F	0	2,1311	2,5687	10,805	2,9231	12,4	62,347	6,826
Tijuca	AD-27	S	0	3,8323	2,4225	4,5265	5,6299	9,0933	68,323	6,172
Tijuca	AD-28	F	0	3,0624	3,0335	3,9077	11,217	10,952	59,572	8,256
Tijuca	AD-28	S	0	4,1609	3,2765	6,1966	11,154	8,4769	61,52	5,224
Tijuca	AD-29	F	0	2,5677	4,1936	7,5575	17,289	30,149	34,26	3,983
Tijuca	AD-29	S	0	1,8391	3,7235	7,2047	16,357	22,479	44,167	4,23
Tijuca	AD-30	F	0	2,3027	3,4721	5,0525	11,384	35,086	39,031	3,671
Tijuca	AD-30	S	0	1,4324	5,2563	6,6039	13,361	28,818	41,563	2,965
Joatinga	AD-31	S	0	5,5983	11,461	31,812	13,433	25,908	9,3047	2,484

Localidade	Ponto	Nível	Cascalho	Areia Muito Grossa	Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Areia Muito Fina	Silte	Argila
Joatinga	AD-32	S	0	4,5625	9,0893	20,865	16,64	22,965	24,046	1,833
Joatinga	AD-33	F	0	2,7168	15,442	54,433	10,327	9,6678	5,8281	1,586
Joatinga	AD-33	S	0	3,7214	12,92	43,925	11,098	15,893	11,115	1,329
Joatinga	AD-34	F	0	2,6098	18,861	56,188	15,358	3,9307	1,6254	1,427
Joatinga	AD-34	S	0	1,7121	17,963	64,941	9,5555	3,4429	0,5415	1,844
Joatinga	AD-35	S	0	2,2764	18,099	69,4	7,4694	0,8397	0,4561	1,459
Joatinga	AD-36	S	0	14,061	19,04	50,156	12,762	2,4809	0,7034	0,797
Marapendi	AD-37	S	0	6,7824	15,948	23,852	17,984	11,98	22,771	0,682
Marapendi	AD-38	S	0	8,6532	17,004	21,386	14,484	15,9	20,829	1,744
Marapendi	AD-39	S	0	3,4502	8,2204	48,93	24,075	5,9762	8,9517	0,397
Marapendi	AD-40	S	0	2,6706	8,0261	31,652	30,363	11,938	15,35	0
Marapendi	AD-41	S	0	3,6072	8,7061	20,946	39,453	14,835	11,96	0,493
Marapendi	AD-42	S	0	5,6142	11,083	36,357	24,55	17,053	4,944	0,399
Marapendi	AD-43	S	0	1,5124	12,342	52,792	21,202	11,755	0,3966	0
Marapendi	AD-44	S	0	11,616	21,893	51,324	4,6779	9,0269	1,4623	0
Marapendi	AD-45	S	0	12,052	19,554	55,077	8,3349	4,0143	0,9675	0
Marapendi	AD-46	S	0	12,395	19,117	47,74	15,163	5,116	0,4736	0
Marapendi	AD-47	S	0	13,295	13,941	48,513	16,293	6,4965	1,4623	0
Marapendi	AD-48	S	0	9,5602	19,101	47,791	9,9648	11,092	2,4908	0
Marapendi	AD-49	S	0	8,5793	20,082	23,999	23,757	21,092	2,4908	0
Marapendi	AD-50	S	0	11,629	17,417	22,768	28,754	17,552	1,8796	0
Marapendi	AD-51	S	0	9,3708	15,406	27,038	26,618	14,275	7,2932	0
Marapendi	AD-52	S	0	10,441	13,582	51,747	11,967	8,066	3,7251	0,473
Marapendi	AD-53	S	0	10,516	10,99	34,104	25,95	11,946	6,4938	0
Jacarepaguá	AD-54	F	0	8,3513	21,625	55,635	6,5048	2,1277	3,036	2,721
Jacarepaguá	AD-54	S	0	3,8703	20,032	59,756	4,6784	2,5741	8,2839	0,805
Jacarepaguá	AD-55	F	0	4,9476	19,822	56,7	7,6113	2,7981	6,0823	2,039
Jacarepaguá	AD-55	S	0	1,5438	18,02	57,765	8,7177	3,4684	9,1286	1,357
Jacarepaguá	AD-56	F	0	1,6236	16,129	56,319	13,249	4,5583	6,0823	2,039
Jacarepaguá	AD-56	S	0	2,9611	15,356	52,202	13,648	6,1616	7,8196	1,853
Jacarepaguá	AD-57	F	0	12,61	13,568	24,078	16,255	17,143	15,889	0,457
Jacarepaguá	AD-57	S	0	15,33	8,3778	32,323	9,3285	24,176	9,9196	0,546
Jacarepaguá	AD-58	F	0	3,7091	28,732	53,389	5,6479	3,4449	4,6911	0,387
Jacarepaguá	AD-58	S	0	5,4385	19,098	57,417	5,3917	4,3974	7,8278	0,431

Localidade	Ponto	Nível	Cascalho	Areia Muito Grossa	Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Areia Muito Fina	Silte	Argila
Tijuca	AD-59	F	0	1,5345	4,0954	6,8079	8,4738	4,1258	72,35	2,612
Tijuca	AD-59	S	0	2,3861	2,2438	5,2778	9,0039	2,1746	74,436	4,478
Tijuca	AD-60	F	0	0,9869	4,7557	3,7883	5,3323	11,783	69,352	4,003
Tijuca	AD-60	S	0	0,3494	2,4781	5,7997	8,2501	7,4769	72,522	3,124
Tijuca	AD-61	F	0	0	3,1419	3,1133	7,3226	15,17	65,817	5,436
Tijuca	AD-61	S	0	3,1043	3,1363	8,4805	3,5641	7,5367	71,027	3,151
Tijuca	AD-62	F	0	6,0128	5,3431	10,701	2,4022	10,482	61,802	3,257
Tijuca	AD-62	S	0	4,9871	3,1811	11,794	4,2925	12,339	61,458	1,948

Fonte: PROJCONSULT, 2011

Conforme os resultados obtidos pela análise granulométrica, verifica-se a presença de material areno siltoso na lagoa de Jacarepaguá, silte arenoso nas lagoas de Camorim e Tijuca, arenoso no canal da Joatinga e arenoso a areno siltoso na lagoa de Marapendi. O mapa de Distribuição das Áreas de Dragagem, que pode ser verificado no **Anexo 1-4 – Volume III** mostra a distribuição dos sedimentos por todo o Complexo Lagunar de Jacarepaguá.

Tanto o canal da Joatinga quanto a lagoa de Marapendi são áreas bastante influenciadas pela ação da maré, que carrega a areia do mar para o interior dos canais da Joatinga e de Sernambetiba, distribuindo por todo o sistema. Já as lagoas de Jacarepaguá, Camorim e Tijuca são locais de deposição e sedimentação, recebendo contribuição de muitos rios e canais que ali deságuam, o que as difere das outras anteriormente citadas.

Em sequência à caracterização física do material a ser dragado, foi realizada a caracterização química dos sedimentos. Os Quadros 1.3.3-3 a 1.3.3-18, a seguir, apresentam os resultados obtidos para a análise de poluentes das amostras coletadas em ambos os níveis dos pontos de coleta, o Quadro 1.3.3-19 apresenta um resumo das substâncias encontradas e os Quadros 1.3.3-20 a 1.3.3-22, os resultados para Carbono Orgânico Total (COT), Nitrogênio Kjeldahl Total e Fósforo Total desses sedimentos.

Quadro 1.3.3-3: Análise dos Poluentes nos pontos AD 01 a AD 04.

POLUENTES		Unidade	LDM	Água Salina Salobra		Ponto Amostral				Ponto Amostral			
				Nível 1	Nível 2	AD 01		AD 02		AD 03		AD 04	
						sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo
Metais pesados e Arsênio	Arsênio	mg/Kg	0,15	8,2	70	< 0,15	-	< 0,15	-	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15
	Cádmio	mg/Kg	0,5	1,2	9,6	< 0,50	-	< 0,50	-	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
	Chumbo	mg/Kg	1,5	46,7	218	< 1,5	-	< 1,5	-	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
	Cobre	mg/Kg	0,5	34	270	< 0,50	-	< 0,50	-	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
	Cromo	mg/Kg	1,5	81	370	< 1,50	-	< 1,50	-	< 1,50	< 1,50	< 1,50	< 1,50
	Mercúrio	mg/Kg	0,005	0,15	0,71	< 0,005	-	< 0,005	-	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
	Níquel	mg/Kg	0,5	20,9	51,6	< 0,50	-	< 0,50	-	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
	Zinco	mg/Kg	0,5	150	410	< 0,50	-	< 0,50	-	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Pesticidas organoclorados	BHC (alfa-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	< 0,16	-	< 0,16	-	< 0,16	< 0,16	< 0,16	< 0,16
	BHC (beta-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	< 0,16	-	< 0,16	-	< 0,16	< 0,16	< 0,16	< 0,16
	BHC (delta-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	< 0,16	-	< 0,16	-	< 0,16	< 0,16	< 0,16	< 0,16
	BHC (gama-BHC /Lindano)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	< 0,16	-	< 0,16	-	< 0,16	< 0,16	< 0,16	< 0,16
	α -clordano (cis)	μ/kg	2	2,26	4,79	< 2,0	-	< 2,0	-	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
	γ-clordano (trans)	μ/kg	2	2,26	4,79	< 2,0	-	< 2,0	-	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
	DDD	μ/kg	1	1,22	7,81	< 1,0	-	< 1,0	-	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
	DDE	μ/kg	2	2,07	3,74	< 2,0	-	< 2,0	-	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
	DDT	μ/kg	1	1,19	4,77	< 1,0	-	< 1,0	-	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0

POLUENTES	Unidade	LDM	Água Salina Salobra		Ponto Amostral				Ponto Amostral				
			Nível 1	Nível 2	AD 01		AD 02		AD 03		AD 04		
					sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo	
	Dieldrin	µ/kg	0,5	0,71	4,3	< 0,5	-	< 0,5	-	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
	Endrin	µ/kg	2,5	2,67	62,4	< 2,5	-	< 2,5	-	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5
PCBs	Bifenilas Policloradas Totais	µ/kg	1	22,7	180	< 1,0	-	< 1,0	-	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos PAHs	Benzo (a) Pireno	µ/kg	0,001	88,8	763	< 0,001	-	< 0,001	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
	Criseno	µ/kg	0,002	108	846	< 0,002	-	< 0,002	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
	Dibenzo (a,b) antraceno	µ/kg	0,02	6,22	135	< 0,02	-	< 0,02	-	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
	Acenaleno	µ/kg	0,02	16	500	< 0,02	-	< 0,02	-	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
	Acenaftaleno	µ/kg	0,02	44	640	< 0,02	-	< 0,02	-	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
	Antraceno	µ/kg	0,02	85,3	1100	< 0,02	-	< 0,02	-	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
	Fenantreno	µ/kg	0,02	240	1500	< 0,02	-	< 0,02	-	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
	Fluoranteno	µ/kg	0,005	600	5100	< 0,005	-	< 0,005	-	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
	Fluoreno	µ/kg	0,02	19	540	< 0,02	-	< 0,02	-	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
	2-Metilnaftaleno	µ/kg	0,02	70	670	< 0,02	-	< 0,02	-	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
	Naftaleno	µ/kg	0,01	160	2100	< 0,01	-	< 0,01	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	Pireno	µ/kg	0,02	665	2600	< 0,02	-	< 0,02	-	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
	Soma de PAHS	µ/kg	-	3000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: PROJCONSULT, 2011

Quadro 1.3.3-4: Análise dos Poluentes nos pontos AD 05 a AD 08.

POLUENTES		Unidade	LDM	Água Salina Salobra		Ponto Amostral				Ponto Amostral			
				Nível 1	Nível 2	AD 05		AD 06		AD 07		AD 08	
						sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo
Metais pesados e Arsênio	Arsênio	mg/Kg	0,15	8,2	70	< 0,15	< 0,15	< 0,15	-	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15
	Cádmio	mg/Kg	0,50	1,2	9,6	< 0,50	< 0,50	< 0,50	-	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
	Chumbo	mg/Kg	1,5	46,7	218	< 1,5	< 1,5	< 1,5	-	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
	Cobre	mg/Kg	0,50	34	270	< 0,50	< 0,50	< 0,50	-	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
	Cromo	mg/Kg	1,50	81	370	< 1,50	< 1,50	< 1,50	-	< 1,50	< 1,50	< 1,50	< 1,50
	Mercúrio	mg/Kg	0,005	0,15	0,71	<	< 0,005	< 0,005	-	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
	Níquel	mg/Kg	0,50	20,9	51,6	< 0,50	< 0,50	< 0,50	-	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
	Zinco	mg/Kg	0,50	150	410	< 0,50	< 0,50	< 0,50	-	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
Pesticidas organoclorados	BHC (alfa-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	<0,16	<0,16	-	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16
	BHC (beta-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	<0,16	<0,16	-	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16
	BHC (delta-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	<0,16	<0,16	-	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16
	BHC (gama-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	<0,16	<0,16	-	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16
	α -clordano (cis)	μ/kg	2,0	2,26	4,79	<2,0	<2,0	<2,0	-	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
	γ -clordano (trans)	μ/kg	2,0	2,26	4,79	<2,0	<2,0	<2,0	-	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
	DDD	μ/kg	1,0	1,22	7,81	<1,0	<1,0	<1,0	-	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
	DDE	μ/kg	2,0	2,07	3,74	<2,0	<2,0	<2,0	-	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
	DDT	μ/kg	1,0	1,19	4,77	<1,0	<1,0	<1,0	-	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
	Dieldrin	μ/kg	0,5	0,71	4,3	<0,5	<0,5	<0,5	-	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
	Endrin	μ/kg	2,5	2,67	62,4	<2,5	<2,5	<2,5	-	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5

POLUENTES		Unidade	LDM	Água Salina Salobra		Ponto Amostral				Ponto Amostral			
						AD 05		AD 06		AD 07		AD 08	
				Nível 1	Nível 2	sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo
PCBs	Bifenilas Policloradas Totais	µ/kg	1,0	22,7	180	<1,0	<1,0	<1,0	-	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos PAHs	Benzo(a)Pireno	µ/kg	0,001	88,8	763	<0,001	<0,001	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	Criseno	µ/kg	0,002	108	846	<0,002	<0,002	<0,002	-	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	Dibenzo(a,b)antraceno	µ/kg	0,02	6,22	135	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Acenafteno	µ/kg	0,02	16	500	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Acenaftileno	µ/kg	0,02	44	640	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Antraceno	µ/kg	0,02	85,3	1100	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Fenantreno	µ/kg	0,02	240	1500	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Fluoranteno	µ/kg	0,005	600	5100	<0,005	<0,005	<0,005	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
	Fluoreno	µ/kg	0,02	19	540	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	2-Metilnaftaleno	µ/kg	0,02	70	670	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Naftaleno	µ/kg	0,01	160	2100	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	Pireno	µ/kg	0,02	665	2600	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Soma de PAHS	µ/kg	-	3000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: PROJCONSULT, 2011

Quadro 1.3.3-5: Análise dos Poluentes nos pontos AD 09 a AD 12.

POLUENTES		Unidade	LDM	Água Salina Salobra		Ponto Amostral				Ponto Amostral			
						AD 09		AD 10		AD 11		AD 12	
				Nível 1	Nível 2	sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo
Metais pesados e Arsênio	Arsênio	mg/Kg	0,15	8,2	70	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	-	< 0,15	< 0,15
	Cádmio	mg/Kg	0,50	1,2	9,6	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	-	< 0,50	< 0,50
	Chumbo	mg/Kg	1,5	46,7	218	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	6,5	-	< 1,5	< 1,5
	Cobre	mg/Kg	0,50	34	270	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	11,85	-	14	8,65
	Cromo	mg/Kg	1,50	81	370	< 1,50	< 1,50	< 1,50	< 1,50	3,25	-	< 1,50	< 1,50
	Mercúrio	mg/Kg	0,005	0,15	0,71	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	-	< 0,005	< 0,005
	Níquel	mg/Kg	0,50	20,9	51,6	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	4,35	-	3,7	1,1
	Zinco	mg/Kg	0,50	150	410	< 0,50	< 0,50	44	64,5	53	-	41,3	26,1
Pesticidas organoclorados	BHC (alfa-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	-	<0,16	<0,16
	BHC (beta-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	-	<0,16	<0,16
	BHC (delta-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	-	<0,16	<0,16
	BHC (gama-BHC /Lindano)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	-	<0,16	<0,16
	α -clordano (cis)	μ/kg	2,0	2,26	4,79	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	-	<2,0	<2,0
	γ -clordano (trans)	μ/kg	2,0	2,26	4,79	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	-	<2,0	<2,0
	DDD	μ/kg	1,0	1,22	7,81	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	-	<1,0	<1,0
	DDE	μ/kg	2,0	2,07	3,74	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	-	<2,0	<2,0
	DDT	μ/kg	1,0	1,19	4,77	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	-	<1,0	<1,0
	Dieldrin	μ/kg	0,5	0,71	4,3	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-	<0,5	<0,5

POLUENTES		Unidade	LDM	Água Salina Salobra		Ponto Amostral				Ponto Amostral			
						AD 09		AD 10		AD 11		AD 12	
				Nível 1	Nível 2	sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo
PCBs	Bifenilas Policloradas Totais	µ/kg	1	22,7	180	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	-	<1,0	<1,0
Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos PAHs	Benzo(a)Pireno	µ/kg	0,001	88,8	763	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	<0,001	<0,001
	Criseno	µ/kg	0,002	108	846	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	-	<0,002	<0,002
	Dibenzo(a,b)antraceno	µ/kg	0,02	6,22	135	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	<0,02
	Acenafteno	µ/kg	0,02	16	500	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	<0,02
	Acenaftileno	µ/kg	0,02	44	640	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	<0,02
	Antraceno	µ/kg	0,02	85,3	1100	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	<0,02
	Fenantreno	µ/kg	0,02	240	1500	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	<0,02
	Fluoranteno	µ/kg	0,005	600	5100	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-	<0,005	<0,005
	Fluoreno	µ/kg	0,02	19	540	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	<0,02
	2-Metilnaftaleno	µ/kg	0,02	70	670	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	<0,02
	Naftaleno	µ/kg	0,01	160	2100	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01
	Pireno	µ/kg	0,02	665	2600	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	<0,02
	Soma de PAHS	µ/kg	-	3000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: PROJCONSULT, 2011

Quadro 1.3.3-6: Análise dos Poluentes nos pontos AD 13 a AD 16.

POLUENTES	Unidade	LDM	Água Salina Salobra		Ponto Amostral				Ponto Amostral			
			Nível 1	Nível 2	AD 13		AD 14		AD 15		AD 16	
					sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo
Metais pesados e Arsênio	Arsênio	mg/Kg	0,15	8,2	70	< 0,15	-	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15
	Cádmio	mg/Kg	0,50	1,2	9,6	< 0,50	-	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
	Chumbo	mg/Kg	1,5	46,7	218	< 1,5	-	3,5	6,5	5,5	6,5	< 1,5
	Cobre	mg/Kg	0,50	34	270	21,5	-	18,25	25,75	42	35,4	24,7
	Cromo	mg/Kg	1,50	81	370	< 1,50	-	3,55	3,55	4,45	< 1,50	3,85
	Mercúrio	mg/Kg	0,005	0,15	0,71	< 0,005	-	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
	Níquel	mg/Kg	0,50	20,9	51,6	4,35	-	3,4	3,4	1,75	6,2	3,55
	Zinco	mg/Kg	0,50	150	410	41	-	55,5	56,5	89,5	8,15	77,7
Pesticidas organoclorados	BHC (alfa-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	-	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16
	BHC (beta-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	-	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16
	BHC (delta-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	-	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16
	BHC (gama-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	-	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16
	α-clordano (cis)	μ/kg	2,0	2,26	4,79	<2,0	-	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
	γ-clordano (trans)	μ/kg	2,0	2,26	4,79	<2,0	-	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
	DDD	μ/kg	1,0	1,22	7,81	<1,0	-	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
	DDE	μ/kg	2,0	2,07	3,74	<2,0	-	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
	DDT	μ/kg	1,0	1,19	4,77	<1,0	-	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
	Dieldrin	μ/kg	0,5	0,71	4,3	<0,5	-	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
	Endrin	μ/kg	2,5	2,67	62,4	<2,5	-	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5

POLUENTES		Unidade	LDM	Água Salina Salobra		Ponto Amostral				Ponto Amostral			
				Nível1	Nível 2	AD 13		AD 14		AD 15		AD 16	
						sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo
PCBs	Bifenilas Policloradas Totais	µ/kg	1	22,7	180	<1,0	-	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos PAHs	Benzo(a)Pireno	µ/kg	0,001	88,8	763	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	Criseno	µ/kg	0,002	108	846	<0,002	-	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	Dibenzo(a,b)antraceno	µ/kg	0,02	6,22	135	<0,02	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Acenafteno	µ/kg	0,02	16	500	<0,02	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Acenaftileno	µ/kg	0,02	44	640	<0,02	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Antraceno	µ/kg	0,02	85,3	1100	<0,02	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Fenantreno	µ/kg	0,02	240	1500	<0,02	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Fluoranteno	µ/kg	0,005	600	5100	<0,005	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
	Fluoreno	µ/kg	0,02	19	540	<0,02	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	2-Metilnaftaleno	µ/kg	0,02	70	670	<0,02	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Naftaleno	µ/kg	0,01	160	2100	<0,01	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	Pireno	µ/kg	0,02	665	2600	<0,02	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Soma de PAHS	µ/kg	-	3000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: PROJCONSULT, 2011

Quadro 1.3.3-7: Análise dos Poluentes nos pontos AD 17 a AD 20.

POLUENTES		Unidade	LDM	Água Salina Salobra		Ponto Amostral				Ponto Amostral			
				Nível 1	Nível 2	AD 17		AD 18		AD 19		AD 20	
						sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo
Metais pesados e Arsênio	Arsênio	mg/Kg	0,15	8,2	70	< 0,15	< 0,15	< 0,15	-	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15
	Cádmio	mg/Kg	0,5	1,2	9,6	< 0,50	< 0,50	< 0,50	-	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
	Chumbo	mg/Kg	1,5	46,7	218	49,5	47	< 1,5	-	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
	Cobre	mg/Kg	0,5	34	270	98,2	11,25	< 0,50	-	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
	Cromo	mg/Kg	1,5	81	370	16	22,35	< 1,50	-	< 1,50	< 1,50	2,05	2,65
	Mercúrio	mg/Kg	0,005	0,15	0,71	< 0,005	< 0,005	< 0,005	-	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
	Níquel	mg/Kg	0,5	20,9	51,6	7,6	8,95	1,1	-	< 0,50	< 0,50	< 0,50	4,55
	Zinco	mg/Kg	0,5	150	410	159,75	233	18,05	-	13,85	33,06	27,1	3,1
Pesticidas organoclorados	BHC (alfa-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	<0,16	<0,16	-	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16
	BHC (beta-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	<0,16	<0,16	-	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16
	BHC (delta-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	<0,16	<0,16	-	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16
	BHC (gama-BHC /Lindano)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	<0,16	<0,16	-	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16
	α -clordano (cis)	μ/kg	2	2,26	4,79	<2,0	<2,0	<2,0	-	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
	γ -clordano (trans)	μ/kg	2	2,26	4,79	<2,0	<2,0	<2,0	-	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
	DDD	μ/kg	1	1,22	7,81	<1,0	<1,0	<1,0	-	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
	DDE	μ/kg	2	2,07	3,74	<2,0	<2,0	<2,0	-	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
	DDT	μ/kg	1	1,19	4,77	<1,0	<1,0	<1,0	-	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
	Dieldrin	μ/kg	0,5	0,71	4,3	<0,5	<0,5	<0,5	-	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
	Endrin	μ/kg	2,5	2,67	62,4	<2,5	<2,5	<2,5	-	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5

POLUENTES		Unidade	LDM	Água Salina Salobra		Ponto Amostral				Ponto Amostral			
				Nível 1	Nível 2	AD 17		AD 18		AD 19		AD 20	
						sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo
PCBs	Bifenilas Policloradas Totais	µ/kg	1	22,7	180	<1,0	<1,0	<1,0	-	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos PAHs	Benzo(a)Pireno	µ/kg	0,001	88,8	763	<0,001	<0,001	<0,001	-	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	Criseno	µ/kg	0,002	108	846	<0,002	<0,002	<0,002	-	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	Dibenzo(a,b)antraceno	µ/kg	0,02	6,22	135	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Acenafteno	µ/kg	0,02	16	500	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Acenaftileno	µ/kg	0,02	44	640	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Antraceno	µ/kg	0,02	85,3	1100	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Fenantreno	µ/kg	0,02	240	1500	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Fluoranteno	µ/kg	0,005	600	5100	<0,005	<0,005	<0,005	-	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
	Fluoreno	µ/kg	0,02	19	540	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	2-Metilnaftaleno	µ/kg	0,02	70	670	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Naftaleno	µ/kg	0,01	160	2100	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	Pireno	µ/kg	0,02	665	2600	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Soma de PAHS	µ/kg	-	3000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: PROJCONSULT, 2011

Quadro 1.3.3-8: Análise dos Poluentes nos pontos AD 21 a AD 24.

POLUENTES		Unidade	LDM	Água Salina Salobra		Ponto Amostral				Ponto Amostral			
				AD 21		AD 22		AD 23		AD 24		sup	fundo
				Nível 1	Nível 2	sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo		
Metais pesados e Arsênio	Arsênio	mg/Kg	70	8,2	70	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15
	Cádmio	mg/Kg	9,6	1,2	9,6	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
	Chumbo	mg/Kg	218	46,7	218	< 1,50	< 1,50	25	34	47	24	< 1,50	< 1,50
	Cobre	mg/Kg	270	34	270	12,2	12,6	43,25	58	90,5	41,3	20,6	22
	Cromo	mg/Kg	370	81	370	< 1,50	< 1,50	9,6	12,6	24,6	11,5	< 1,50	< 1,50
	Mercúrio	mg/Kg	0,71	0,15	0,71	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
	Níquel	mg/Kg	51,6	20,9	51,6	6	2,1	4,45	6,05	7,35	2,05	4	4
	Zinco	mg/Kg	410	150	410	43,8	21,2	30,8	162	232,75	220,6	21,8	10,8
Pesticidas organoclorados	BHC (alfa-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16
	BHC (beta-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16
	BHC (delta-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16
	BHC (gama-BHC /Lindano)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16
	α -clordano (cis)	μ/kg	2	2,26	4,79	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
	γ -clordano (trans)	μ/kg	2	2,26	4,79	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
	DDD	μ/kg	1	1,22	7,81	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
	DDE	μ/kg	2	2,07	3,74	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
	DDT	μ/kg	1	1,19	4,77	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
	Dieldrin	μ/kg	0,5	0,71	4,3	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5

POLUENTES	Unidade	LDM	Água Salina Salobra		Ponto Amostral				Ponto Amostral			
			Nível 1	Nível 2	AD 21		AD 22		AD 23		AD 24	
					sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo
	Endrin	μ/kg	2,5	2,67	62,4	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5
PCBs	Bifenilas Policloradas Totais	μ/kg	1	22,7	180	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos PAHS	Benzo(a)Pireno	μ/kg	0,001	88,8	763	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	Criseno	μ/kg	0,002	108	846	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	Dibenzo(a,b)antraceno	μ/kg	0,02	6,22	135	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Acenafteno	μ/kg	0,02	16	500	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Acenaftileno	μ/kg	0,02	44	640	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Antraceno	μ/kg	0,02	85,3	1100	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Fenantreno	μ/kg	0,02	240	1500	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Fluoranteno	μ/kg	0,005	600	5100	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
	Fluoreno	μ/kg	0,02	19	540	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	2-Metilnaftaleno	μ/kg	0,02	70	670	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Naftaleno	μ/kg	0,01	160	2100	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	Pireno	μ/kg	0,02	665	2600	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Soma de PAHS	μ/kg	-	3000	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: PROJCONSULT, 2011

Quadro 1.3.3-9: Análise dos Poluentes nos pontos AD 25 a AD 28.

POLUENTES	Unidade	LDM	Água Salina Salobra		Ponto Amostral				Ponto Amostral			
			Nível 1	Nível 2	AD 25		AD 26		AD 27		AD 28	
					sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo
Metais pesados e Arsênio	Arsênio	mg/Kg	70	8,2	70	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15
	Cádmio	mg/Kg	9,6	1,2	9,6	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
	Chumbo	mg/Kg	218	46,7	218	< 1,50	< 1,50	< 1,50	< 1,50	< 1,50	< 1,50	< 1,50
	Cobre	mg/Kg	270	34	270	27,3	42	32	30	35	31	39
	Cromo	mg/Kg	370	81	370	< 1,50	< 1,50	< 1,50	< 1,50	< 1,50	< 1,50	4,5
	Mercúrio	mg/Kg	0,71	0,15	0,71	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
	Níquel	mg/Kg	51,6	20,9	51,6	4,5	2,1	3,5	3,1	2	1,2	2,5
	Zinco	mg/Kg	410	150	410	159	18,2	31,9	21,2	31,3	22,5	46,5
Pesticidas organoclorados	BHC (alfa-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16
	BHC (beta-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16
	BHC (delta-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16
	BHC (gama-BHC /Lindano)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16
	α-clordano (cis)	μ/kg	2	2,26	4,79	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
	γ-clordano (trans)	μ/kg	2	2,26	4,79	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
	DDD	μ/kg	1	1,22	7,81	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
	DDE	μ/kg	2	2,07	3,74	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0

POLUENTES	Unidade	LDM	Água Salina Salobra		Ponto Amostral				Ponto Amostral			
			Nível 1	Nível 2	AD 25		AD 26		AD 27		AD 28	
					sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo
	DDT	μ/kg	1	1,19	4,77	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
	Dieldrin	μ/kg	0,5	0,71	4,3	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
	Endrin	μ/kg	2,5	2,67	62,4	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5
PCBs	Bifenilas Policloradas Totais	μ/kg	1	22,7	180	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos PAHs	Benzo(a)Pireno	μ/kg	0,001	88,8	763	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
	Criseno	μ/kg	0,002	108	846	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
	Dibenzo(a,b)antraceno	μ/kg	0,02	6,22	135	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Acenafteno	μ/kg	0,02	16	500	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Acenaftileno	μ/kg	0,02	44	640	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Antraceno	μ/kg	0,02	85,3	1100	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Fenantreno	μ/kg	0,02	240	1500	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Fluoranteno	μ/kg	0,005	600	5100	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
	Fluoreno	μ/kg	0,02	19	540	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	2-Metilnaftaleno	μ/kg	0,02	70	670	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Naftaleno	μ/kg	0,01	160	2100	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
	Pireno	μ/kg	0,02	665	2600	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
	Soma de PAHS	μ/kg	-	3000	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: PROJCONSULT, 2011

Quadro 1.3.3-10: Análise dos Poluentes nos pontos AD 29 a AD 32.

POLUENTES		Unidade	LDM	Água Salina Salobra		Ponto Amostral				Ponto Amostral			
						AD 29		AD 30		AD 31		AD 32	
				Nível 1	Nível 2	sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo
Metais pesados e Arsênio	Arsênio	mg/Kg	8,2	8,2	70	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	-	< 0,15	-
	Cádmio	mg/Kg	1,2	1,2	9,6	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	-	< 0,50	-
	Chumbo	mg/Kg	46,7	46,7	218	22,5	19,5	2	94	< 1,50	-	< 1,50	-
	Cobre	mg/Kg	34	34	270	22,9	20	1,3	23,55	45	-	32	-
	Cromo	mg/Kg	81	81	370	19,35	9,6	7	31,7	13,4	-	13,8	-
	Mercúrio	mg/Kg	0,15	0,15	0,71	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	-	< 0,005	-
	Níquel	mg/Kg	20,9	20,9	51,6	8	6,95	8,3	1,7	5,5	-	3,5	-
	Zinco	mg/Kg	150	150	410	108,2	243	25,05	126,2	93	-	82,1	-
Pesticidas organoclorados	BHC (alfa-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	-	<0,16	-
	BHC (beta-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	-	<0,16	-
	BHC (delta-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	-	<0,16	-
	BHC (gama-BHC /Lindano)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	-	<0,16	-
	α -clordano (cis)	μ/kg	2	2,26	4,79	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	-	<2,0	-
	γ -clordano (trans)	μ/kg	2	2,26	4,79	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	-	<2,0	-
	DDD	μ/kg	1	1,22	7,81	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	-	<1,0	-
	DDE	μ/kg	2	2,07	3,74	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	-	<2,0	-
	DDT	μ/kg	1	1,19	4,77	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	-	<1,0	-

POLUENTES		Unidade	LDM	Água Salina Salobra		Ponto Amostral				Ponto Amostral			
						AD 29		AD 30		AD 31		AD 32	
				Nível 1	Nível 2	sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo
	Dieldrin	μ/kg	0,5	0,71	4,3	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-	<0,5	-
	Endrin	μ/kg	2,5	2,67	62,4	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	-	<2,5	-
PCBs	Bifenilas Policloradas Totais	μ/kg	1	22,7	180	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	-	<1,0	-
Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos PAHs	Benzo(a)Pireno	μ/kg	0,001	88,8	763	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	<0,001	-
	Criseno	μ/kg	0,002	108	846	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	-	<0,002	-
	Dibenzo(a,b)antraceno	μ/kg	0,02	6,22	135	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	-
	Acenafteno	μ/kg	0,02	16	500	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	-
	Acenaftileno	μ/kg	0,02	44	640	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	-
	Antraceno	μ/kg	0,02	85,3	1100	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	-
	Fenantreno	μ/kg	0,02	240	1500	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	-
	Fluoranteno	μ/kg	0,005	600	5100	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-	<0,005	-
	Fluoreno	μ/kg	0,02	19	540	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	-
	2-Metilnaftaleno	μ/kg	0,02	70	670	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	-
	Naftaleno	μ/kg	0,01	160	2100	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	-
	Pireno	μ/kg	0,02	665	2600	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	-
	Soma de PAHS	μ/kg	-	3000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: PROJCONSULT, 2011

Quadro 1.3.3-11: Análise dos Poluentes nos pontos AD 33 a AD 36.

POLUENTES		Unidade	LDM	Água Salina Salobra		Ponto Amostral				Ponto Amostral			
				Nível 1	Nível 2	AD 33		AD 34		AD 35		AD 36	
						sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo
Metais pesados e Arsênio	Arsênio	mg/Kg	0,001	8,2	70	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	-	< 0,15	-
	Cádmio	mg/Kg	0,12	1,2	9,6	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	-	< 0,50	-
	Chumbo	mg/Kg	0,3	46,7	218	< 1,50	< 1,50	< 1,50	< 1,50	< 1,50	-	< 1,50	-
	Cobre	mg/Kg	0,3	34	270	57,6	41	41	32,1	23	-	21	-
	Cromo	mg/Kg	0,1	81	370	13,7	12	13,1	13	<1,50	-	<1,50	-
	Mercúrio	mg/Kg	0,001	0,15	0,71	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	-	< 0,005	-
	Níquel	mg/Kg	0,73	20,9	51,6	6,65	3,12	8,8	7,1	6,65	-	4,25	-
	Zinco	mg/Kg	0,14	150	410	135	122	140	121,2	10,2	-	6,23	-
Pesticidas organoclorados	BHC (^-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	-	<0,16	-
	BHC (_-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	-	<0,16	-
	BHC (`-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	-	<0,16	-
	Lindano (α-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	<0,16	-	<0,16	-
	α -clordano (cis)	μ/kg	2	2,26	4,79	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	-	<2,0	-
	γ -clordano (trans)	μ/kg	2	2,26	4,79	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	-	<2,0	-
	DDD	μ/kg	1	1,22	7,81	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	-	<1,0	-
	DDE	μ/kg	2	2,07	3,74	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	-	<2,0	-
	DDT	μ/kg	1	1,19	4,77	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	-	<1,0	-
	Dieldrin	μ/kg	0,5	0,71	4,3	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	-	<0,5	-
	Endrin	μ/kg	2,5	2,67	62,4	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	<2,5	-	<2,5	-
PCBs	Bifenilas Policloradas Totais	μ/kg	1	22,7	180	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	-	<1,0	-

POLUENTES		Unidade	LDM	Água Salina Salobra		Ponto Amostral				Ponto Amostral			
				Nível 1	Nível 2	AD 33		AD 34		AD 35		AD 36	
						sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo
Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos PAHs	Benzo(a)Pireno	µ/kg	0,001	88,8	763	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	-	<0,001	-
	Criseno	µ/kg	0,002	108	846	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	-	<0,002	-
	Dibenzo(a,b)antraceno	µ/kg	0,02	6,22	135	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	-
	Acenafteno	µ/kg	0,02	16	500	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	-
	Acenaftileno	µ/kg	0,02	44	640	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	-
	Antraceno	µ/kg	0,02	85,3	1100	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	-
	Fenantreno	µ/kg	0,02	240	1500	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	-
	Fluoranteno	µ/kg	0,005	600	5100	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	-	<0,005	-
	Fluoreno	µ/kg	0,02	19	540	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	-
	2-Metilnaftaleno	µ/kg	0,02	70	670	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	-
	Naftaleno	µ/kg	0,01	160	2100	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	-
	Pireno	µ/kg	0,02	665	2600	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	-	<0,02	-
	Soma de PAHS	µ/kg	-	3000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: PROJCONSULT, 2011

Quadro 1.3.3-12: Análise dos Poluentes nos pontos AD 37 a AD 40.

POLUENTES		Unidade	LDM	Água Salina Salobra		Ponto Amostral				Ponto Amostral			
				Nível 1	Nível 2	AD 37		AD 38		AD 39		AD 40	
						sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo
Metais pesados e Arsênio	Arsênio	mg/Kg	0,001	8,2	70	< 0,15	-	< 0,15	-	< 0,15	-	< 0,15	-
	Cádmio	mg/Kg	0,12	1,2	9,6	< 0,50	-	< 0,50	-	< 0,50	-	< 0,50	-
	Chumbo	mg/Kg	0,3	46,7	218	< 1,50	-	< 1,50	-	< 1,50	-	< 1,50	-
	Cobre	mg/Kg	0,3	34	270	51,9	-	41	-	21	-	42,5	-
	Cromo	mg/Kg	0,1	81	370	<1,50	-	<1,50	-	<1,50	-	<1,50	-
	Mercúrio	mg/Kg	0,001	0,15	0,71	< 0,005	-	< 0,005	-	< 0,005	-	< 0,005	-
	Níquel	mg/Kg	0,73	20,9	51,6	7,3	-	0,6	-	6,3	-	3,5	-
	Zinco	mg/Kg	0,14	150	410	9	-	7,1	-	13,4	-	8	-
Pesticidas organoclorados	BHC (^-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	-	<0,16	-	<0,16	-	<0,16	-
	BHC (_-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	-	<0,16	-	<0,16	-	<0,16	-
	BHC (`-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	-	<0,16	-	<0,16	-	<0,16	-
	Lindano (a-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	-	<0,16	-	<0,16	-	<0,16	-
	α -clordano (cis)	μ/kg	2	2,26	4,79	<2,0	-	<2,0	-	<2,0	-	<2,0	-
	γ -clordano (trans)	μ/kg	2	2,26	4,79	<2,0	-	<2,0	-	<2,0	-	<2,0	-
	DDD	μ/kg	1	1,22	7,81	<1,0	-	<1,0	-	<1,0	-	<1,0	-
	DDE	μ/kg	2	2,07	3,74	<2,0	-	<2,0	-	<2,0	-	<2,0	-
	DDT	μ/kg	1	1,19	4,77	<1,0	-	<1,0	-	<1,0	-	<1,0	-
	Dieldrin	μ/kg	0,5	0,71	4,3	<0,5	-	<0,5	-	<0,5	-	<0,5	-
	Endrin	μ/kg	2,5	2,67	62,4	<2,5	-	<2,5	-	<2,5	-	<2,5	-

POLUENTES		Unidade	LDM	Água Salina Salobra		Ponto Amostral				Ponto Amostral			
						AD 37		AD 38		AD 39		AD 40	
				Nível 1	Nível 2	sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo
PCBs	Bifenilas Policloradas Totais	µ/kg	1	22,7	180	<1,0	-	<1,0	-	<1,0	-	<1,0	-
	Benzo(a)Pireno	µ/kg	0,001	88,8	763	<0,001	-	<0,001	-	<0,001	-	<0,001	-
	Criseno	µ/kg	0,002	108	846	<0,002	-	<0,002	-	<0,002	-	<0,002	-
	Dibenzo(a,b)antraceno	µ/kg	0,02	6,22	135	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-
	Acenafteno	µ/kg	0,02	16	500	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-
	Acenaftileno	µ/kg	0,02	44	640	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-
	Antraceno	µ/kg	0,02	85,3	1100	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-
	Fenantreno	µ/kg	0,02	240	1500	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-
	Fluoranteno	µ/kg	0,005	600	5100	<0,005	-	<0,005	-	<0,005	-	<0,005	-
	Fluoreno	µ/kg	0,02	19	540	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-
	2-Metilnaftaleno	µ/kg	0,02	70	670	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-
	Naftaleno	µ/kg	0,01	160	2100	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	-
	Pireno	µ/kg	0,02	665	2600	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-
	Soma de PAHS	µ/kg	-	3000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: PROJCONSULT, 2011

Quadro 1.3.3-13: Análise dos Poluentes nos pontos AD 41 a AD 44.

POLUENTES		Unidade	LDM	Água Salina Salobra		Ponto Amostral				Ponto Amostral			
						AD 41		AD 42		AD 43		AD 44	
				Nível 1	Nível 2	sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo
Metais pesados e Arsênio	Arsênio	mg/Kg	0,001	8,2	70	< 0,15	-	< 0,15	-	< 0,15	-	< 0,15	-
	Cádmio	mg/Kg	0,12	1,2	9,6	< 0,50	-	< 0,50	-	< 0,50	-	< 0,50	-
	Chumbo	mg/Kg	0,3	46,7	218	< 1,50	-	< 1,50	-	< 1,50	-	< 1,50	-
	Cobre	mg/Kg	0,3	34	270	46,1	-	29,8	-	38,5	-	40,5	-
	Cromo	mg/Kg	0,1	81	370	<1,50	-	<1,50	-	<1,50	-	<1,50	-
	Mercurio	mg/Kg	0,001	0,15	0,71	< 0,005	-	< 0,005	-	< 0,005	-	< 0,005	-
	Níquel	mg/Kg	0,73	20,9	51,6	2,5	-	2,5	-	5,5	-	6,65	-
	Zinco	mg/Kg	0,14	150	410	6,1	-	5,5	-	15	-	19	-
Pesticidas organoclorados	BHC (^-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	-	<0,16	-	<0,16	-	<0,16	-
	BHC (_-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	-	<0,16	-	<0,16	-	<0,16	-
	BHC (`-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	-	<0,16	-	<0,16	-	<0,16	-
	Lindano (a-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	-	<0,16	-	<0,16	-	<0,16	-
	α -clordano (cis)	μ/kg	2	2,26	4,79	<2,0	-	<2,0	-	<2,0	-	<2,0	-
	γ -clordano (trans)	μ/kg	2	2,26	4,79	<2,0	-	<2,0	-	<2,0	-	<2,0	-
	DDD	μ/kg	1	1,22	7,81	<1,0	-	<1,0	-	<1,0	-	<1,0	-
	DDE	μ/kg	2	2,07	3,74	<2,0	-	<2,0	-	<2,0	-	<2,0	-
	DDT	μ/kg	1	1,19	4,77	<1,0	-	<1,0	-	<1,0	-	<1,0	-
	Dieldrin	μ/kg	0,5	0,71	4,3	<0,5	-	<0,5	-	<0,5	-	<0,5	-
	Endrin	μ/kg	2,5	2,67	62,4	<2,5	-	<2,5	-	<2,5	-	<2,5	-

POLUENTES		Unida de	LDM	Água Salina Salobra		Ponto Amostral				Ponto Amostral			
				Nível 1	Nível 2	AD 41		AD 42		AD 43		AD 44	
						sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo
PCBs	Bifenilas Policloradas Totais	μ/kg	1	22,7	180	<1,0	-	<1,0	-	<1,0	-	<1,0	-
Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos PAHs	Benzo(a)Pireno	μ/kg	0,001	88,8	763	<0,001	-	<0,001	-	<0,001	-	<0,001	-
	Criseno	μ/kg	0,002	108	846	<0,002	-	<0,002	-	<0,002	-	<0,002	-
	Dibenzo(a,b)antraceno	μ/kg	0,02	6,22	135	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-
	Acenafteno	μ/kg	0,02	16	500	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-
	Acenaftileno	μ/kg	0,02	44	640	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-
	Antraceno	μ/kg	0,02	85,3	1100	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-
	Fenantreno	μ/kg	0,02	240	1500	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-
	Fluoranteno	μ/kg	0,005	600	5100	<0,005	-	<0,005	-	<0,005	-	<0,005	-
	Fluoreno	μ/kg	0,02	19	540	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-
	2-Metilnaftaleno	μ/kg	0,02	70	670	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-
	Naftaleno	μ/kg	0,01	160	2100	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	-
	Pireno	μ/kg	0,02	665	2600	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-
	Soma de PAHS	μ/kg	-	3000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: PROJCONSULT, 2011

Quadro 1.3.3-14: Análise dos Poluentes nos pontos AD 45 a AD 48.

POLUENTES		Unidade	LDM	Água Salina Salobra		Ponto Amostral				Ponto Amostral			
						AD 45		AD 46		AD 47		AD 48	
				Nível 1	Nível 2	sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo
Metais pesados e Arsênio	Arsênio	mg/Kg	0,001	8,2	70	< 0,15	-	< 0,15	-	< 0,15	-	< 0,15	-
	Cádmio	mg/Kg	0,12	1,2	9,6	< 0,50	-	< 0,50	-	< 0,50	-	< 0,50	-
	Chumbo	mg/Kg	0,3	46,7	218	< 1,50	-	< 1,50	-	< 1,50	-	< 1,50	-
	Cobre	mg/Kg	0,3	34	270	44,5	-	47,5	-	43	-	36	-
	Cromo	mg/Kg	0,1	81	370	<1,50	-	<1,50	-	<1,50	-	<1,50	-
	Mercúrio	mg/Kg	0,001	0,15	0,71	< 0,005	-	< 0,005	-	< 0,005	-	< 0,005	-
	Níquel	mg/Kg	0,73	20,9	51,6	2,5	-	2,5	-	4	-	2,9	-
	Zinco	mg/Kg	0,14	150	410	7	-	8,2	-	10,5	-	10,8	-
Pesticidas organoclorados	BHC (^-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	-	<0,16	-	<0,16	-	<0,16	-
	BHC (_-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	-	<0,16	-	<0,16	-	<0,16	-
	BHC (`-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	-	<0,16	-	<0,16	-	<0,16	-
	Lindano (a-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	-	<0,16	-	<0,16	-	<0,16	-
	α -clordano (cis)	μ/kg	2	2,26	4,79	<2,0	-	<2,0	-	<2,0	-	<2,0	-
	γ -clordano (trans)	μ/kg	2	2,26	4,79	<2,0	-	<2,0	-	<2,0	-	<2,0	-
	DDD	μ/kg	1	1,22	7,81	<1,0	-	<1,0	-	<1,0	-	<1,0	-
	DDE	μ/kg	2	2,07	3,74	<2,0	-	<2,0	-	<2,0	-	<2,0	-
	DDT	μ/kg	1	1,19	4,77	<1,0	-	<1,0	-	<1,0	-	<1,0	-
	Dieldrin	μ/kg	0,5	0,71	4,3	<0,5	-	<0,5	-	<0,5	-	<0,5	-

POLUENTES	Unidade	LDM	Água Salina Salobra		Ponto Amostral				Ponto Amostral				
			Nível 1	Nível 2	AD 45		AD 46		AD 47		AD 48		
					sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo	
	Endrin	μ/kg	2,5	2,67	62,4	<2,5	-	<2,5	-	<2,5	-	<2,5	-
PCBs	Bifenilas Policloradas Totais	μ/kg	1	22,7	180	<1,0	-	<1,0	-	<1,0	-	<1,0	-
Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos PAHs	Benzo(a)Pireno	μ/kg	0,001	88,8	763	<0,001	-	<0,001	-	<0,001	-	<0,001	-
	Criseno	μ/kg	0,002	108	846	<0,002	-	<0,002	-	<0,002	-	<0,002	-
	Dibenzo(a,b)antraceno	μ/kg	0,02	6,22	135	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-
	Acenafteno	μ/kg	0,02	16	500	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-
	Acenaftileno	μ/kg	0,02	44	640	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-
	Antraceno	μ/kg	0,02	85,3	1100	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-
	Fenantreno	μ/kg	0,02	240	1500	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-
	Fluoranteno	μ/kg	0,005	600	5100	<0,005	-	<0,005	-	<0,005	-	<0,005	-
	Fluoreno	μ/kg	0,02	19	540	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-
	2-Metilnaftaleno	μ/kg	0,02	70	670	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-
	Naftaleno	μ/kg	0,01	160	2100	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	-
	Pireno	μ/kg	0,02	665	2600	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-
	Soma de PAHS	μ/kg	-	3000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: PROJCONSULT, 2011

Quadro 1.3.3-15: Análise dos Poluentes nos pontos AD 49 a AD 52.

POLUENTES		Unidade	LDM	Água Salina Salobra		Ponto Amostral				Ponto Amostral			
						AD 49		AD 50		AD 51		AD 52	
				Nível 1	Nível 2	sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo
Metais pesados e Arsênio	Arsênio	mg/Kg	0,001	8,2	70	< 0,15	-	< 0,15	-	< 0,15	-	< 0,15	-
	Cádmio	mg/Kg	0,12	1,2	9,6	< 0,50	-	< 0,50	-	< 0,50	-	< 0,50	-
	Chumbo	mg/Kg	0,3	46,7	218	< 1,50	-	< 1,50	-	< 1,50	-	< 1,50	-
	Cobre	mg/Kg	0,3	34	270	17	-	13,6	-	10,5	-	3,5	-
	Cromo	mg/Kg	0,1	81	370	<1,50	-	<1,50	-	10,3	-	10,45	-
	Mercúrio	mg/Kg	0,001	0,15	0,71	< 0,005	-	< 0,005	-	< 0,005	-	< 0,005	-
	Níquel	mg/Kg	0,73	20,9	51,6	2,5	-	1,25	-	10,7	-	5,5	-
	Zinco	mg/Kg	0,14	150	410	14	-	10	-	9,7	-	100	-
Pesticidas organoclorados	BHC (^-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	-	<0,16	-	<0,16	-	<0,16	-
	BHC (_-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	-	<0,16	-	<0,16	-	<0,16	-
	BHC (`-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	-	<0,16	-	<0,16	-	<0,16	-
	Lindano (a-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	-	<0,16	-	<0,16	-	<0,16	-
	α -clordano (cis)	μ/kg	2	2,26	4,79	<2,0	-	<2,0	-	<2,0	-	<2,0	-
	γ -clordano (trans)	μ/kg	2	2,26	4,79	<2,0	-	<2,0	-	<2,0	-	<2,0	-
	DDD	μ/kg	1	1,22	7,81	<1,0	-	<1,0	-	<1,0	-	<1,0	-
	DDE	μ/kg	2	2,07	3,74	<2,0	-	<2,0	-	<2,0	-	<2,0	-
	DDT	μ/kg	1	1,19	4,77	<1,0	-	<1,0	-	<1,0	-	<1,0	-
	Dieldrin	μ/kg	0,5	0,71	4,3	<0,5	-	<0,5	-	<0,5	-	<0,5	-
	Endrin	μ/kg	2,5	2,67	62,4	<2,5	-	<2,5	-	<2,5	-	<2,5	-

POLUENTES		Unidade	LDM	Água Salina Salobra		Ponto Amostral				Ponto Amostral			
				Nível 1	Nível 2	AD 49		AD 50		AD 51		AD 52	
						sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo
PCBs	Bifenilas Policloradas Totais	μ/kg	1	22,7	180	<1,0	-	<1,0	-	<1,0	-	<1,0	-
Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos PAHs	Benzo(a)Pireno	μ/kg	0,001	88,8	763	<0,001	-	<0,001	-	<0,001	-	<0,001	-
	Criseno	μ/kg	0,002	108	846	<0,002	-	<0,002	-	<0,002	-	<0,002	-
	Dibenzo(a,b)antraceno	μ/kg	0,02	6,22	135	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-
	Acenafteno	μ/kg	0,02	16	500	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-
	Acenaftileno	μ/kg	0,02	44	640	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-
	Antraceno	μ/kg	0,02	85,3	1100	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-
	Fenantreno	μ/kg	0,02	240	1500	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-
	Fluoranteno	μ/kg	0,005	600	5100	<0,005	-	<0,005	-	<0,005	-	<0,005	-
	Fluoreno	μ/kg	0,02	19	540	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-
	2-Metilnaftaleno	μ/kg	0,02	70	670	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-
	Naftaleno	μ/kg	0,01	160	2100	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	-	<0,01	-
	Pireno	μ/kg	0,02	665	2600	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-	<0,02	-
	Soma de PAHS	μ/kg	-	3000	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: PROJCONSULT, 2011

Quadro 1.3.3-16: Análise dos Poluentes nos pontos AD 53 a AD 56.

POLUENTES		Unidade	LDM	Água Salina Salobra		Ponto Amostral				Ponto Amostral			
				Nível 1	Nível 2	AD53		AD 54		AD 55		AD 56	
						sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo
Metais pesados e Arsênio	Arsênio	mg/Kg	0,001	8,2	70	< 0,15	-	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15
	Cádmio	mg/Kg	0,12	1,2	9,6	< 0,50	-	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
	Chumbo	mg/Kg	0,3	46,7	218	< 1,50	-	< 1,50	< 1,50	< 1,50	< 1,50	< 1,50	< 1,50
	Cobre	mg/Kg	0,3	34	270	4,2	-	2,75	1,25	3,45	2,3	2,1	< 0,50
	Cromo	mg/Kg	0,1	81	370	<1,50	-	3,1	<1,50	5,75	3,8	5,75	<1,50
	Mercúrio	mg/Kg	0,001	0,15	0,71	< 0,005	-	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
	Níquel	mg/Kg	0,73	20,9	51,6	7,1	-	3,55	3,2	5,5	2,1	1,9	< 0,50
	Zinco	mg/Kg	0,14	150	410	119	-	14	14	24,75	15,3	20,65	21,3
Pesticidas organoclorados	BHC (^-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	-	< 0,16	< 0,16	< 0,16	< 0,16	< 0,16	< 0,16
	BHC (_-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	-	< 0,16	< 0,16	< 0,16	< 0,16	< 0,16	< 0,16
	BHC (`-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	-	< 0,16	< 0,16	< 0,16	< 0,16	< 0,16	< 0,16
	Lindano (a-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	<0,16	-	< 0,16	< 0,16	< 0,16	< 0,16	< 0,16	< 0,16
	α -clordano (cis)	μ/kg	2	2,26	4,79	<2,0	-	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
	γ -clordano (trans)	μ/kg	2	2,26	4,79	<2,0	-	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
	DDD	μ/kg	1	1,22	7,81	<1,0	-	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
	DDE	μ/kg	2	2,07	3,74	<2,0	-	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
	DDT	μ/kg	1	1,19	4,77	<1,0	-	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
	Dieldrin	μ/kg	0,5	0,71	4,3	<0,5	-	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5

POLUENTES	Unidade	LDM	Água Salina Salobra		Ponto Amostral				Ponto Amostral			
			Nível 1	Nível 2	AD53		AD 54		AD 55		AD 56	
					sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo
	Endrin	µ/kg	2,5	2,67	62,4	<2,5	-	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5
PCBs	Bifenilas Policloradas Totais	µ/kg	1	22,7	180	<1,0	-	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos PAHs	Benzo(a)Pireno	µ/kg	0,001	88,8	763	<0,001	-	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
	Criseno	µ/kg	0,002	108	846	<0,002	-	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
	Dibenzo(a,b)antraceno	µ/kg	0,02	6,22	135	<0,02	-	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
	Acenafteno	µ/kg	0,02	16	500	<0,02	-	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
	Acenaftileno	µ/kg	0,02	44	640	<0,02	-	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
	Antraceno	µ/kg	0,02	85,3	1100	<0,02	-	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
	Fenantreno	µ/kg	0,02	240	1500	<0,02	-	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
	Fluoranteno	µ/kg	0,005	600	5100	<0,005	-	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
	Fluoreno	µ/kg	0,02	19	540	<0,02	-	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
	2-Metilnaftaleno	µ/kg	0,02	70	670	<0,02	-	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
	Naftaleno	µ/kg	0,01	160	2100	<0,01	-	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	Pireno	µ/kg	0,02	665	2600	<0,02	-	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
	Soma de PAHS	µ/kg	-	3000	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: PROJCONSULT, 2011

Quadro 1.3.3-17: Análise dos Poluentes nos pontos AD 57 a AD 60.

POLUENTES	Unidade	LDM	Água Salina Salobra		Ponto Amostral				Ponto Amostral			
			Nível 1	Nível 2	AD 57		AD 58		AD 59		AD 60	
					sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo
Metais pesados e Arsênio	Arsênio	mg/Kg	0,001	8,2	70	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15
	Cádmio	mg/Kg	0,12	1,2	9,6	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
	Chumbo	mg/Kg	0,3	46,7	218	< 1,50	< 1,50	< 1,50	< 1,50	< 1,50	< 1,50	< 1,50
	Cobre	mg/Kg	0,3	34	270	1,75	< 0,50	< 0,50	< 0,50	6,45	2,3	18,6
	Cromo	mg/Kg	0,1	81	370	<1,50	<1,50	2,2	<1,50	39,65	22,1	21,5
	Mercúrio	mg/Kg	0,001	0,15	0,71	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
	Níquel	mg/Kg	0,73	20,9	51,6	2,75	< 0,50	2,55	2,3	20,65	1,42	12,4
	Zinco	mg/Kg	0,14	150	410	20,1	4,32	8,8	7,3	40,75	33,5	133,5
Pesticidas organoclorados	BHC (^-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	< 0,16	< 0,16	< 0,16	< 0,16	< 0,16	< 0,16	< 0,16
	BHC (_-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	< 0,16	< 0,16	< 0,16	< 0,16	< 0,16	< 0,16	< 0,16
	BHC (`-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	< 0,16	< 0,16	< 0,16	< 0,16	< 0,16	< 0,16	< 0,16
	Lindano (a-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	< 0,16	< 0,16	< 0,16	< 0,16	< 0,16	< 0,16	< 0,16
	α -clordano (cis)	μ/kg	2	2,26	4,79	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
	γ -clordano (trans)	μ/kg	2	2,26	4,79	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
	DDD	μ/kg	1	1,22	7,81	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
	DDE	μ/kg	2	2,07	3,74	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
	DDT	μ/kg	1	1,19	4,77	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
	Dieldrin	μ/kg	0,5	0,71	4,3	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
PCBs	Endrin	μ/kg	2,5	2,67	62,4	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5
	Bifenilas Policloradas Totais	μ/kg	1	22,7	180	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0

POLUENTES	Unidade	LDM	Água Salina Salobra		Ponto Amostral				Ponto Amostral			
			Nível 1	Nível 2	AD 57		AD 58		AD 59		AD 60	
					sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo	sup	fundo
Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos PAHs	Benzo(a)Pireno	μ/kg	0,001	88,8	763	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
	Criseno	μ/kg	0,002	108	846	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
	Dibenzo(a,b)antraceno	μ/kg	0,02	6,22	135	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
	Acenafteno	μ/kg	0,02	16	500	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
	Acenaftileno	μ/kg	0,02	44	640	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
	Antraceno	μ/kg	0,02	85,3	1100	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
	Fenantreno	μ/kg	0,02	240	1500	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
	Fluoranteno	μ/kg	0,005	600	5100	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
	Fluoreno	μ/kg	0,02	19	540	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
	2-Metilnaftaleno	μ/kg	0,02	70	670	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
	Naftaleno	μ/kg	0,01	160	2100	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	Pireno	μ/kg	0,02	665	2600	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
	Soma de PAHS	μ/kg	-	3000	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: PROJCONSULT, 2011

Quadro 1.3.3-18: Análise dos Poluentes nos pontos AD 61 e AD 62.

			Água Salina Salobra		Ponto Amostral				
POLUENTES		Unidade	LDM			AD 61		AD 62	
				Nível 1	Nível 2	sup	fundo	sup	fundo
Metais pesados e Arsênio	Arsênio	mg/Kg	0,001	8,2	70	< 0,15	< 0,15	< 0,15	< 0,15
	Cádmio	mg/Kg	0,12	1,2	9,6	< 0,50	< 0,50	< 0,50	< 0,50
	Chumbo	mg/Kg	0,3	46,7	218	< 1,50	< 1,50	< 1,50	< 1,50
	Cobre	mg/Kg	0,3	34	270	1,1	< 0,50	3,1	< 0,50
	Cromo	mg/Kg	0,1	81	370	3,4	<1,50	3,7	<1,50
	Mercúrio	mg/Kg	0,001	0,15	0,71	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
	Níquel	mg/Kg	0,73	20,9	51,6	< 0,50	< 0,50	4,7	2,05
	Zinco	mg/Kg	0,14	150	410	14,85	20,3	29,8	16,3
Pesticidas organoclorados	BHC (^-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	< 0,16	< 0,16	< 0,16	< 0,16
	BHC (_-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	< 0,16	< 0,16	< 0,16	< 0,16
	BHC (`-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	< 0,16	< 0,16	< 0,16	< 0,16
	Lindano (a-BHC)	μ/kg	0,16	0,32	0,99	< 0,16	< 0,16	< 0,16	< 0,16
	α -clordano (cis)	μ/kg	2	2,26	4,79	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
	γ -clordano (trans)	μ/kg	2	2,26	4,79	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
	DDD	μ/kg	1	1,22	7,81	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
	DDE	μ/kg	2	2,07	3,74	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
	DDT	μ/kg	1	1,19	4,77	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
	Dieldrin	μ/kg	0,5	0,71	4,3	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
	Endrin	μ/kg	2,5	2,67	62,4	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5

				Água Salina Salobra		Ponto Amostral			
POLUENTES		Unidade	LDM			AD 61		AD 62	
				Nível 1	Nível 2	sup	fundo	sup	fundo
PCBs	Bifenilas Policloradas Totais	μ/kg	1	22,7	180	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0
Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos PAHs	Benzo(a)Pireno	μ/kg	0,001	88,8	763	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001
	Criseno	μ/kg	0,002	108	846	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002
	Dibenzo(a,b)antraceno	μ/kg	0,02	6,22	135	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
	Acenafteno	μ/kg	0,02	16	500	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
	Acenaftileno	μ/kg	0,02	44	640	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
	Antraceno	μ/kg	0,02	85,3	1100	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
	Fenantreno	μ/kg	0,02	240	1500	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
	Fluoranteno	μ/kg	0,005	600	5100	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
	Fluoreno	μ/kg	0,02	19	540	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
	2-Metilnaftaleno	μ/kg	0,02	70	670	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
	Naftaleno	μ/kg	0,01	160	2100	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
	Pireno	μ/kg	0,02	665	2600	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
	Soma de PAHS	μ/kg	-	3000	-	-	-	-	-

Fonte: PROJCONSULT, 2011

Quadro 1.3.3-19: Substâncias encontradas com valores acima do NÍVEL 1 conforme Resolução CONAMA nº 344/05.

SUSTÂNCIAS		PONTOS AMOSTRAIS (AD)																			
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Metais Pesados	Chumbo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	S/F	-	-	-
	Cobre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	S	-	S	-	-	-
	Zinco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	S/F	-	-	-

SUSTÂNCIAS		PONTOS AMOSTRAIS (AD)																				
		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
Metais Pesados	Chumbo	-	-	S	-	-	-	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cobre	-	S/F	S/F	-	F	-	S	S	-	-	S	-	S/F	S	-	-	S	S	-	S	S
	Zinco	-	F	S/F	-	S	-	-	-	F	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

SUSTÂNCIAS		PONTOS AMOSTRAIS (AD)																				
		42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62
Metais Pesados	Chumbo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Cobre	-	S	S	S	S	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Zinco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: PROJCONSULT, 2011

Quadro 1.3.3-20: Resultados para COT, N-kjeldahl, Fósforo total.

PARÂMETROS	LDM	VALOR DE ALERTA	RESULTADOS DAS AMOSTRAS												
			01	02	03		04		05		06	07		08	
			S	S	S	F	S	F	S	F	S	S	F	S	F
COT (%)	1,0	10	5,89	5,56	4,5	2,58	6	5,66	7,63	7,8	7,04	7,25	1,24	1,28	4,36
N-KJELDAHL (mg/kg)	1,0	4800	7,6	4,4	9,4	13,3	9,4	16,8	9,4	12,2	1,5	11,1	4,5	13,6	5,5
P- TOTAL (mg/kg)	0,01	2000	0,5	<0,01	<0,01	<0,01	1,2	0,6	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,8	0,5	<0,01

PARÂMETROS	UTM	VALOR DE ALERTA	RESULTADOS DAS AMOSTRAS														
			09		10		11	12		13		14		15		16	
			S	F	S	F	S	S	F	S	S	F	S	F	S	F	
COT (%)	1,0	10	1,04	2,54	1,52	1,62	1,11	3,39	1,8	2,11	2,9	1,21	1,56	< 1	1,75	2,07	
N-KJELDAHL (mg/kg)	1,0	4800	50,8	51,6	30,5	50,5	11,7	31,8	30	18,9	50	35	32	25,7	29	44	
P- TOTAL(mg/kg)	0,01	2000	10,6	3,4	10,8	6	8,4	5,4	6	5,5	4,1	6,5	4,2	1,6	19,6	12	

PARÂMETROS	UTM	VALOR DE ALERTA	RESULTADOS DAS AMOSTRAS															
			17		18	19		20		21		22		23		24		
			S	F	S	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	
COT (%)	1,0	10	2,5	2,25	2,62	3,49	3,4	2,74	2,05	6,39	4,87	2,05	2,7	1,70	3,02	2,59	< 1,0	
N-KJELDAHL (mg/kg)	1,0	4800	6,1	5,9	50,5	18,8	4,7	25,2	54	13,70	3,30	8,3	5,1	16,6	10,2	4,40	4,60	
P- TOTAL (mg/kg)	0,01	2000	9,8	9,9	1,8	1,2	<0,01	18,6	9,4	0,10	<0,01	8,4	8,2	10,8	9,6	<0,01	<0,01	

Fonte: PROJCONSULT, 2011

Quadro 1.3.3-21: Resultados para COT,N-kjeldahl, Fósforo total.

PARÂMETROS	UTM	VALOR DE ALERTA	RESULTADOS DAS AMOSTRAS													
			25		26		27		28		29		30		31	32
			S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	S
COT (%)	1,0	10	2,91	7,18	7,30	6,42	5,89	8,00	6,15	4,95	1,67	1,79	1,90	4,12	2,51	<1,0
N-KJELDAHL (mg/kg)	1,0	4800	3,90	3,10	4,20	6,20	5,50	3,50	9,00	6,80	5,2	3,1	3,10	2,7	4,10	<1,0
P- TOTAL (mg/kg)	0,01	2000	<0,01	<0,01	0,2	<0,01	0,3	<0,01	<0,01	0,10	11,4	11,6	0,18	1,14	0,30	0,8

PARÂMETROS	UTM	VALOR DE ALERTA	RESULTADOS DAS AMOSTRAS													
			33		34		35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
			S	F	S	F	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
COT (%)	1,0	10	4,89	2,10	2,30	3,79	<1,0	1,90	6,28	9,05	6,00	<1,0	1,50	3,59	6,46	4,24
N-KJELDAHL (mg/kg)	1,0	4800	6,70	33,80	6,80	16,70	<1,0	<1,0	9,80	7,60	2,00	4,40	<1,0	5,60	4,20	3,90
P- TOTAL (mg/kg)	0,01	2000	4,6	4,4	3,5	1,9	4,9	0,7	3,3	2	0,10	0,3	<1,0	1,2	0,2	<0,01

PARÂMETROS	UTM	VALOR DE ALERTA	RESULTADOS DAS AMOSTRAS													
			45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55			
			S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	F	S	F	
COT (%)	1,0	10	3,22	5,78	3,42	<1,0	5,70	6,82	2,91	2,31	2,89	5,40	6,00	4,90	5,80	
N-KJELDAHL (mg/kg)	1,0	4800	4,40	2,10	3,60	2,90	6,80	8,20	4,50	6,90	3,10	2,20	16,80	7,10	3,50	
P- TOTAL (mg/kg)	0,01	2000	0,1	<0,01	<0,01	0,4	<0,01	<0,01	0,1	0,1	0,5	0,90	0,80	<0,01	0,30	

Fonte: PROJCONSULT, 2011

Quadro 1.3.3-22: Resultados para COT, N-kjeldahl, Fósforo total.

PARÂMETROS	UTM	VALOR DE ALERTA	RESULTADOS DAS AMOSTRAS													
			56		57		58		59		60		61		62	
			S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F	S	F
COT (%)	1,0	10	5,20	5,80	5,00	4,40	4,30	<1,0	5,80	6,90	6,80	6,80	5,20	3,30	4,80	6,00
N-KJELDAHL (mg/kg)	1,0	4800	12,50	4,90	7,50	2,60	8,40	3,80	8,10	22,40	7,10	4,90	9,20	3,60	28,60	18,30
P- TOTAL (mg/kg)	0,01	2000	0,10	0,10	0,12	0,11	0,12	0,40	0,11	0,10	0,60	0,10	0,70	0,30	0,50	0,40

Fonte: PROJCONSULT, 2011

A caracterização quali-quantitativa do material a ser dragado é apresentada de forma mais detalhada no Capítulo III - Diagnóstico Ambiental.

1.3.4. Descrever os métodos de dragagem a serem adotados, especificando os equipamentos a serem utilizados

▪ Considerações iniciais

A Dragagem do Complexo Lagunar de Jacarepaguá será realizada obedecendo a regras previamente estabelecidas pelo Relatório do Projeto Básico de Recuperação Ambiental do Complexo Lagunar da Baixada de Jacarepaguá (PROJCONSULT, 2011).

As áreas das lagoas apresentam níveis de assoreamento elevado impedindo a utilização de equipamentos de médio e grande porte bem com embarcações de calado superior a 1,2 metros. Desta forma, foram avaliadas 3 (três) alternativas de draga, de forma a selecionar aquela que apresenta o menor custo benefício e o menor impacto ambiental.

Foram avaliadas as seguintes tecnologias de dragagem: hopper, back-hoe e clamshell. Destas, a tecnologia Hopper é a que apresenta o menor índice de dispersão de sedimentos, uma vez que o sedimento é desagregado e succionado pela draga, sendo recalcado diretamente para as áreas de bota fora. Porém, o uso das demais não foi descartado, onde a back-hoe e a clamshell terão atuações pontuais, sobretudo na remoção de resíduos grosseiros cujas dimensões inviabilizam o seu succionamento pela hopper.

A utilização de embarcações de apoio antes e durante as operações de dragagem também levou em consideração o calado das lagoas, principalmente por ocasião da montagem da linha de recalque e posicionamento inicial das dragas.

Durante os serviços podem ser encontrados, devido à pouca profundidade, materiais que dificultem a navegação e/ou impeçam a evolução do trabalho, além de quantidade de lixo não suportável pelas dragas e, ainda, áreas de difícil acesso em virtude do dimensionamento das dragas de sucção e recalques. Para solucionar este problema, como citado anteriormente, será empregado na obra um equipamento anfíbio flutuante multiuso de fácil mobilidade, que será dotado de braço articulado hidráulico com caçambas tipo “back-hoe” e hidráulica tipo

“clamshell”, e ainda, bomba de sucção para possibilitar o estabelecimento de um calado mínimo que permita a operação das dragas.

É de essencial importância observar que as lagoas têm ligação com o mar e por isso sofrem influências de maré semi-diurna, e, assim, são compostas de água salgada. Isto influencia na escolha dos equipamentos no que diz respeito aos seus tamanhos e na preparação catódica de suas estruturas a fim de evitar corrosão excessiva.

Ressalta-se que a escolha da tecnologia de dragagem e o volume de material que será dragado, não promoverá a desestabilização de estruturas de obras de arte, em especial pontes e travessias.

▪ Equipamentos a serem empregados na dragagem

O Quadro, a seguir, apresenta as características dos equipamentos a serem empregados na dragagem do Complexo Lagunar de Jacarepaguá.

Quadro 1.3.4-1: Características dos equipamentos a serem utilizados na operação de dragagem.

Dimensões Principais	
Equipamentos	Dimensões
Comprimento máximo	20,10 metros
Boca máxima	12,50 metros
Calado máximo	1,51 metros
Dimensões máximas do flutuador principal	8,00 x 2,70 x 1,80 metros
Dimensões máximas dos flutuadores laterais	12,00 x 1,47 x 1,47 metros.
Profundidade máxima de dragagem	8,00 metros
Diâmetro interno de sucção e recalque	390 mm
Peso máximo total	45 toneladas
Características da bomba de dragagem	
Potência no eixo	372 KW / 506 HP
Acoplamento motor / bomba	engrenagem redutora
Características do motor	
Potência total mínima	372 KW / 506 HP
Rotação	1800 RPM
Combustível	óleo diesel
Instalação elétrica	
Voltagem	24 V DC
Capacidade da bateria mínima	200 Ah

Desagregador	
Tipo	Com bordas plana e serrilhadas
Potência mínima	52 KW / 70 HP
Diâmetro	955 mm
Máxima velocidade de rotação	34 RPM
Guinchos para sistema de ancoragem	
Força de tração	40 KN
Velocidade máxima	25 metros / minuto
Diâmetro do cabo	16 mm
Diâmetro do tambor	320 mm
Sistema de acionamento	hidráulicos independentes
Comprimento mínimo de cabo	100 m
Quantidade	2 unidades
Âncoras	2 x 240 kg
Estacas de Cravação	
Comprimento mínimo	9 metros
Diâmetro máximo	368 mm
Peso unitário máximo	1.340 Kg
Sistemas de elevação das estacas	
Força de elevação do pistão hidráulico	60 KN
Largura alcançada com ângulo de 35º para cada lado	
Na profundidade máxima	18 metros
Na profundidade mínima	22,50 metros
Guindaste no convés	
Força de içamento mínima	15 kN
Alcance	2,20 metros

Fonte: PROJCONSULT, 2011

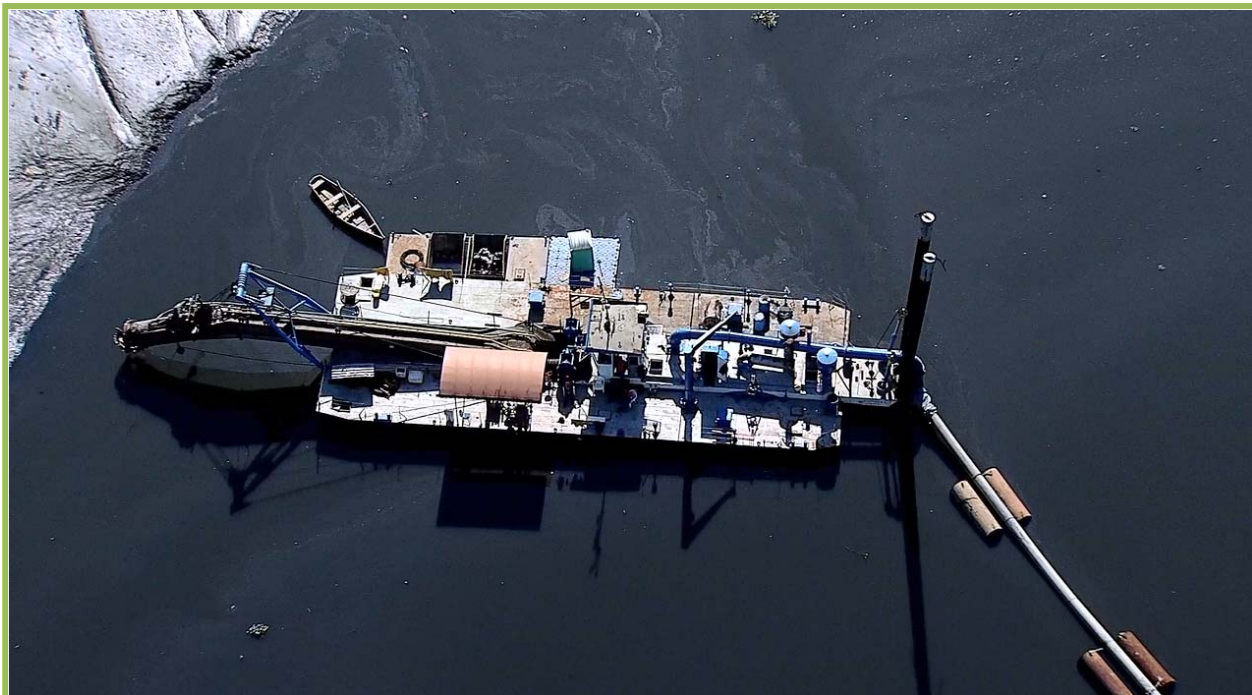


Figura 1.3.4-1: Exemplo de equipamento a ser utilizado.

Fonte: PROJCONSULT, 2011



Figura 1.3.4-2: Exemplo de equipamento a ser utilizado.

Fonte: SEA

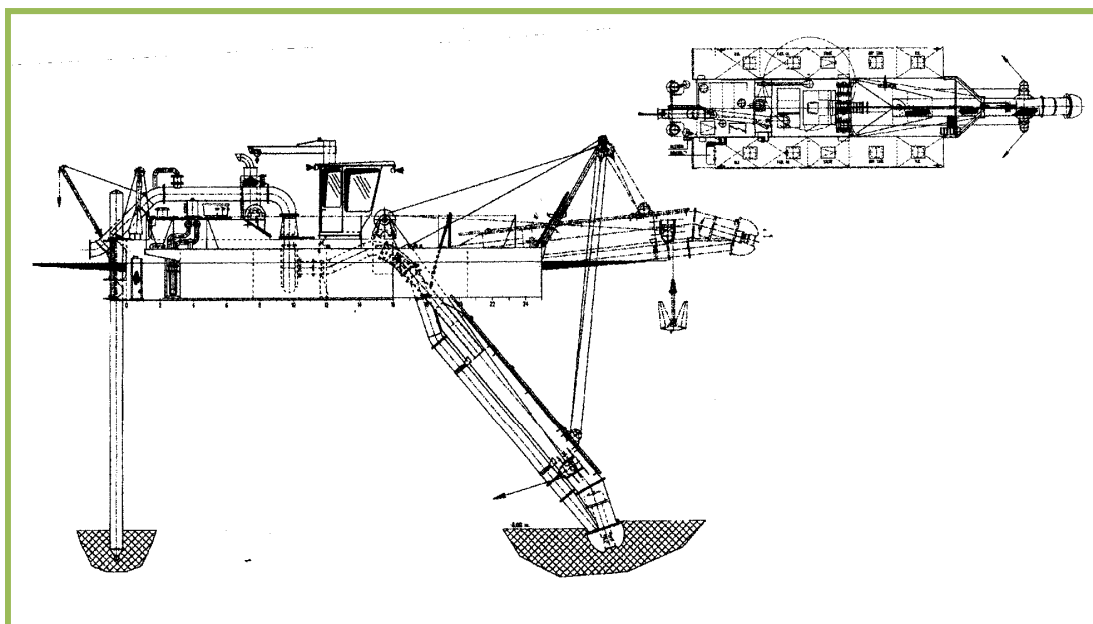


Figura 1.3.4-3: Equipamento – planta baixa e vista.

Fonte: PROJCONSULT, 2011

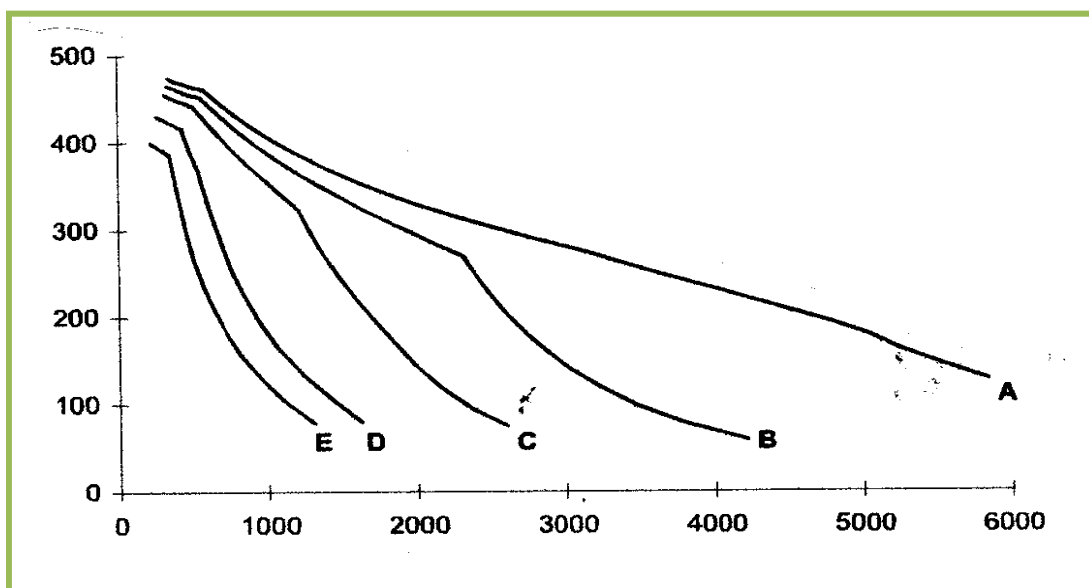


Figura 1.3.4-4: Curva de Produção.

Fonte: PROJCONSULT, 2011

Observações:

- O Quadro 1.3.4-1 refere-se ao diâmetro interno de descarga de 400mm.
- Profundidade máxima de dragagem 8 metros;
- Foi considerado a máxima concentração volumétrica “in situ” de 20%;
- A elevação máxima de tubulação de recalque de 4 metros;

- As linhas de funções referem-se a:
 - o A – areia fina
 - o B – areia média
 - o C – areia grossa
 - o D – areia grossa + cascalho
 - o E - cascalho
- Eixo horizontal – comprimento da tubulação de recalque em metros.
- Eixo vertical – produção de sólidos em metro cúbico por hora.
- Cálculo de produção

A definição da draga com as características anteriormente apresentadas permite definir o uso da tabela de produção a fim de calcular a produtividade diária, semanal, mensal e anual. Pelos estudos realizados e identificados, os materiais do solo como areia e silte, permite inferir, em termos de granulometria média para efeito de cálculos de produção, conservadoramente, como areia média, levando a fazer uso da função “B” da curva de produção (Figura 1.3.4-4).

Esta **curva “B”** apresenta um acentuado declínio, onde assumiu-se, de forma conservadora, o limite de distância em 2.000 metros sem “boosters”. A partir deste comprimento deverão ser utilizadas bombas de impulsionamento (booster), a fim de permitir a manutenção de produção sem queda de rendimento. Serão utilizadas tantas quantas necessárias, limitadas a duas, que estarão localizadas em posições adequadas de forma a prover a pressão e velocidade necessária a alcançar a área de despejo.

Estas bombas serão montadas sobre balsa flutuante devidamente fundeada e sinalizada e suas características serão idênticas ao conjunto motor bomba da Draga de Sucção e Recalque a fim de não ter queda de produção.

Considerando, então, o sedimento como areia média da curva de produção, ao entrar-se no gráfico (Figura 1.3.4-4) com o comprimento de **2.000** metros e interceptar-se a **função “B”**, chega-se ao eixo das ordenadas com o valor de 300 m³ por hora de produção de sedimento “in situ”. Conservadoramente fica então duplamente reduzido este resultado para **250 m³/hora**, aplicando uma constante redutora devido a problemas não previstos e sabendo-se que o valor refere-se ao comprimento máximo de recalque, situação mais crítica encontrada durante as operações.

Apesar da possibilidade de trabalho em horário integral, sem interrupção, para efeito de cálculo de produtividade, considerou-se seu uso em metade do dia, **12 horas diárias**, em dois turnos de trabalho, com paralisações aos domingos, para totalizar **288 horas mensais**, considerando-se, em função de feriados e dias de condições climáticas que impossibilitem os trabalhos, o mês com 4 semana, totalizando **72.000 m³/mês**.

De posse dos dados calculados e as análises dos materiais, chega-se aos valores médios para cada equipamento, conforme pode ser observado no Quadro a seguir:

Quadro 1.3.4-2: Valores médios de produção.

Volume / Tempo	Produção
(250 / hora) x (12 horas / dia)	3.000 m³ / dia
(3.000 m³ / dia) x (6 dias / semana)	18.000 m³ / semana
(18.000 m³ / semana) x (4 semanas / mês)	72.000 m³ / mês
(72.000 m³ / mês) x (12 meses / ano)	864.000 m³ / ano

Fonte: PROJCONSULT, 2011

É importante ressaltar que todos os cálculos estão referenciados a equipamentos novos e sem desgaste, não se aplicando a equipamentos que não atendam às especificações desse projeto.

- Velocidade crítica de bombeamento

Um importante fator que deve-se ter em mente quando se bombeia uma mistura de solo com água é a velocidade crítica. Esta pode ser descrita como sendo a menor velocidade requerida para transportar o material sólido através de uma tubulação sem deposição das partículas, o que significa manter as partículas de solo em suspensão. Isto é um importante parâmetro no processo de dragagem. Caso a velocidade de transporte caia abaixo dos valores de velocidade crítica, sedimentações ocorrerão na linha de recalque.

Com a velocidade subcrítica poderá ocorrer sedimentação na tubulação, reduzindo assim a área da seção transversal. Desta forma a velocidade da mistura aumenta para manter a vazão constante, aumentando consequentemente pressão interna e isso pode causar a ruptura da tubulação.

Durante a operação é necessário atenção nas tabelas de produção e de velocidade crítica e ainda nas dimensões das partículas sólidas que estão sendo dragadas naquele momento, assim duas soluções podem ocorrer para evitar o problema: reduzir a concentração de sólidos e a segunda é reduzir o comprimento da linha de recalque ou as seções entre “boosters”.

A equação empírica a seguir indica de forma aproximada a velocidade crítica da mistura:

$$V_c = 1,7 \times [5 - (1 / d_m)] \times (D^{**1/2}) \times [C_v / (C_v + 1)]^{**1/6}$$

Sendo:

V_c = Velocidade crítica

d_m = diâmetro médio das partículas

C_v = concentração de sólidos

Nesta fórmula considera-se areia com uma densidade de 2.650 Kg / m³. Para corrigir as velocidades críticas em função das variações de densidade em virtude dos diferentes materiais dragados, corrige-se através da expressão:

$$V_{c^*} = V_c \times [(p_2 - p_w) / (p_1 - p_w)] \text{ m/s}$$

Sendo:

p_2 – densidade do material efetivamente transportado

p_1 - densidade do material padrão

p_w – densidade do líquido transportador.

Os resultados das equações acima estão representados no gráfico a seguir:

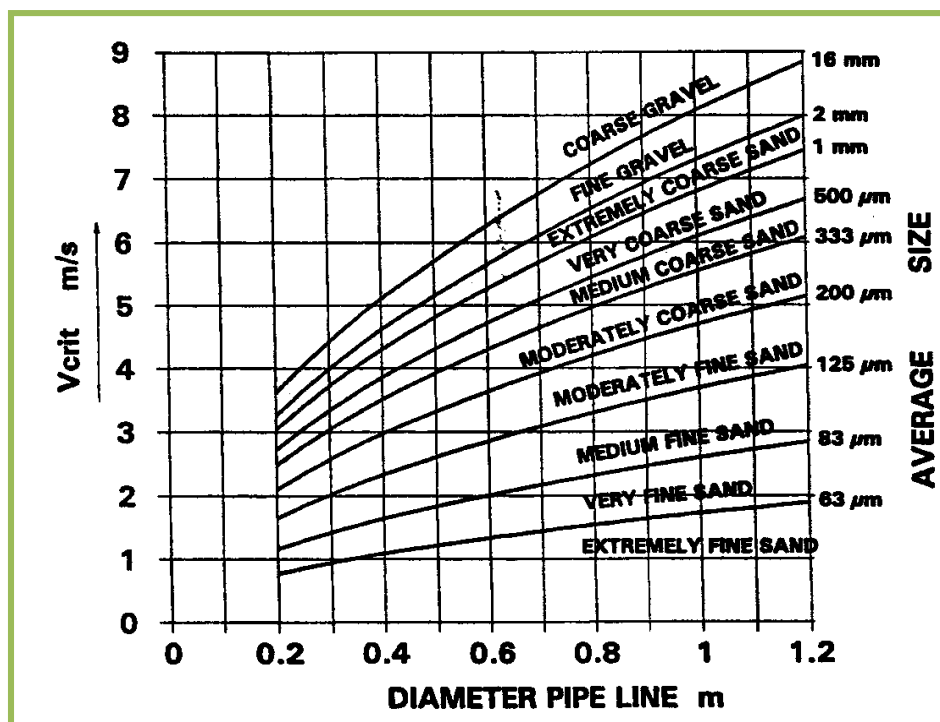


Figura 1.3.4-5: Velocidade crítica.
Fonte: PROJCONSULT, 2011

Onde o eixo horizontal representa o diâmetro da tubulação de recalque em metros, o eixo vertical representa a velocidade crítica em metros por segundo e a função o diâmetro da partícula sólida transportada em milímetros.

Assim pelos dados médios assumidos nos cálculos de projeto, tem-se que a velocidade de trabalho será dada pela seguinte expressão:

$$Q = \left[\frac{\pi d^2}{4} \right] \times V \quad \Rightarrow \quad V(\text{m/s}) = Q(\text{m}^3/\text{s}) / \left[\frac{\pi d^2}{4} \right]$$

Q_s (vazão se sólidos) = 250 m³/h (correspondente a 20% da vazão total)

Q_t (vazão total) = $Q_s \times 5 = 1.250 \text{ m}^3 / \text{hora} = 0,347 \text{ m}^3/\text{s}$

$$V = (0,347 \times 4) / (3,14 \times 0,39 \times 0,39) = 2,9 \text{ m/s}$$

Assumindo as premissas adotadas anteriormente, que o material é composto basicamente de areia fina, entrando na curva com o diâmetro da tubulação de recalque de 0,39 metros,

conservadoramente interceptando a curva na função areia fina moderada, obtém-se a velocidade crítica de 2,3 m/s.

$$V > V_c$$

Portanto, a velocidade de recalque é superior a velocidade crítica, mostrando matematicamente que não ocorrerá deposição de material na tubulação.

▪ Tubulação de recalque

A tubulação de recalque a ser empregada será do tipo Polietileno de Alta Densidade - PEAD. Em virtude da utilização de “boosters”, a pressão em seu interior poderá superar a pressão de descarga da bomba de dragagem. Por isto, é recomendada a utilização na especificação PN 10.

A tubulação será sustentada por flutuadores ao longo da linha, a fim de garantir sua fluviabilidade quando em operação.

▪ Volume e origem do material a ser dragado

Conforme já abordado, o material a ser dragado terá origem no Canal da Joatinga e nas Lagoas da Tijuca, Camorim, Jacarepaguá e Marapendi, cujo volume a ser dragado encontra-se apresentado no Quadro a seguir.

Quadro 1.3.4-3: Volume de material a ser dragado e distribuição granulométrica por área – RESUMO.

Área	Área (m²)	Volume (m³)				
		Areia	Silte	Total	Areia (%)	Silte (%)
Canal da Joatinga	169.750,00	377.323,00	-	377.323,00	100%	0%
Lagoa da Tijuca	2.428.867,00	241.857,00	1.316.334,00	1.558.191,00	16%	84%
Lagoa de Camorim	141.604,00	0,00	151.771,00	151.771,00	0%	100%
Lagoa de Jacarepaguá	2.634.381,00	1.257.017,00	208.388,00	1.537.405,00	82%	18%
Lagoa de Marapendi	1.708.323,00	2.238.715,00	-	2.238.715,00	100%	0%
TOTAL	7.082.925,00	4.114.913	1.748.492	5.863.405	70%	30%

Fonte: PROJCONSULT, 2011

- Descrição da metodologia de dragagem

Os serviços de dragagem serão realizados com o emprego de dragas de sucção e recalque, conforme discriminado anteriormente, preferencialmente partindo da área mais próxima ao despejo e evoluindo à medida que o trabalho seja desenvolvido, facilitando assim o aumento gradual das linhas de recalque.

Os tópicos, a seguir, apresentarão a metodologia de dragagem prevista para ser aplicada para cada lagoa e canal componente do Complexo Lagunar de Jacarepaguá.

Lagoa de Marapendi

O volume a dragar na Lagoa de Marapendi é de **2.238.715 m³**. Conforme calculado, a produção mensal será de **72.000 m³**, sendo, portanto, necessário o emprego de 2 (duas) dragas nesta área, nas especificações indicadas anteriormente.

Um equipamento (draga 1) dedicado exclusivamente a esta área poderá **produzir, no período de 24 meses, 1.728.000 m³ de material “in situ”**. O restante do material, será dragado utilizando-se, simultaneamente, uma segunda draga (draga 2) que consumirá **7 meses** de trabalho, quando, ao término, esta draga será remanejada para o Canal da Joatinga para continuação dos trabalhos.

Os serviços deverão ser iniciados nas áreas próximas ao despejo Marapendi, sendo sua evolução executada pela draga 1 prioritariamente na direção oeste da Lagoa e pela draga 2 na direção leste.

Na medida necessária, serão então colocados bombas de impulsão (booster) seccionando a rede de recalque a cada 2.000 metros, sendo necessário uma unidade para a linha de recalque da draga 1 e duas para a da draga 2, atingindo, assim, as distâncias de 4.000 metros e 6.000 metros, respectivamente. Assim permite-se o fluxo do material na produção prevista e a velocidade mínima requerida pra evitar obstruções na rede.

Esta lagoa apresenta em sua composição areia e, portanto, será lançado diretamente na área de recepção “Marapendi” em forma de aterro hidráulico sem compactação. Espera-se, assim, um aumento de 20% de volume em virtude do empolamento do material após sua deposição.

Este sedimento será espalhado mecanicamente nesta área de recepção, após concluídos os trabalhos.

O canal de ligação entre a Lagoa de Marapendi e o canal de Joatinga, em virtude da sua grande extensão e pouco volume relativo, não será dragado.

Canal da Joatinga

O volume de sedimento a dragar em toda a extensão no canal de Joatinga será de **377.323 m³**, distribuídos numa área de **169.750 m²**. Para a realização dos serviços, considerando os cálculos de produtividade de 72.000 m³ / mês, será necessário um período de execução de **6 meses**.

Composto na sua totalidade por areia, esta será bombeada para o despejo “Ilha” para ser disposto no perímetro, aterro de conquista e camada de cobertura, num volume de 377.323 m³.

A dragagem deste canal, diferentemente dos anteriores, deverá ser iniciado pelo estuário a fim de permitir a manutenção do cronograma da obra, possibilitando tempo hábil a conclusão do molhe.

A distância máxima alcançada para a linha de recalque é de 6.000 metros e por isso há a necessidade da colocação de até 2 “boosters” seccionando a linha em comprimento adequados conforme analisado anteriormente.

O equipamento utilizado será a “draga 2” oriunda da Lagoa de Marapendi, sendo então iniciados os trabalhos no oitavo mês de obra, tão logo terminem os serviços na primeira área.

Adicionalmente à dragagem, será construído neste canal um prolongamento do molhe em enrocamento existente em seu estuário. Atualmente esta estrutura protege este canal dos efeitos da natureza, garantindo o fluxo constante de água do mar em todo o Complexo Lagunar de Jacarepaguá.

Esta nova estrutura de 225 metros de comprimento utilizará em seu núcleo estrutural pedras de até 2t, conforme pode ser observado no quadro de quantitativos a seguir.

Quadro 1.3.4-4: Quantitativo de material a ser utilizado na ampliação do molhe.

Tipo	Descrição	TOTAL	
A	Pedra de até 0,5t - c/20%<0,20t	5.605,26	m ³
B	Pedra de 0,3 a 0,5t - c/50%>0,40t	10.899,85	m ³
C	Pedra de 0,75 a 1,25t - c/50%>1t	0,00	m ³
D	Pedra de 1,1 a 1,9t - c/50%>1,5t	11.107,31	m ³
E	Pedra de 3 a 5t - c/50%>4t	17.885,83	m ³
F	Pedra de 7,5 a 12,5t - c/50%>10t	19.895,50	m ³
G	Pedra de até 2t	47.147,29	m ³
TOTAL		112.541,04	m³

Fonte: PROJCONSULT, 2011

Com o objetivo de proteger os equipamentos de dragagem em operação do rigor das ondas na parte interna do Canal de Joatinga, na área contígua ao mar será construído um molhe de pedras provisório, partindo da extremidade do existente, e crescendo no sentido da ponta da Joatinga, mantendo desta margem, um afastamento adequado a não interromper o fluxo de água do estuário.

Esta estrutura será construída em pedras dispostas de forma a dissipar a energia das ondas e dimensionada para situações críticas de mar previstas, evitando assim sua destruição.

Após as obras de dragagem concluídas, esse molhe será removido e as pedras aproveitadas na construção da extensão do molhe definitivo.

Para a construção e remoção será utilizada uma escavadeira hidráulica, movimentada por esteira, de no mínimo 70 toneladas, com braço de tamanho superior 14 metros, caçamba de 4 m³, de forma a permitir o lançamento e a retirada das pedras com facilidade. Esse equipamento avançará movimentando-se sobre a própria construção a fim de alcançar sua extremidade e realizar o trabalho de lançamento e posterior retirada das pedras.

Dependendo das condições de maré durante o projeto executivo de dragagem, este enrocamento preliminar será reavaliado, revendo a possibilidade de considerar ou não ela na execução da obra.

Lagoa da Tijuca

O volume a dragar na Lagoa da Tijuca é de **1.558.191 m³** distribuídos numa área de **2.428.867 m²**. Utilizando o mesmo padrão de equipamentos, a produção mensal calculada é de 72.000 m³, sendo, portanto, necessário e suficiente o emprego de 1 (uma) draga (draga 4), conforme descrito anteriormente, exclusivamente nesta lagoa, a fim de produzir o resultado desejado no período de **22 meses**.

O sedimento constante na Lagoa é de 16% de areia e 84% de silte que irá ser recalcado na proporção de 970.275 m³ para o despejo “Ilha” e 587.916 m³ para “Centro Metropolitano” conforme discriminado:

- Ilha
 - o 567.040 m³ de solo arenoso. 189.717m³ da Lagoa de Tijuca e 377.323m³ do Canal de Joatinga, para a berma perimetral, Aterro de conquista e camada de cobertura.
 - o 780.558 m³ de solo siltoso para parte interna (aterro encapsulado)
- Centro Metropolitano
 - o 967.934 m³ de solo siltoso para o aterro interno. 535.776 m³ da Lagoa de Tijuca, 151.771 m³ da Lagoa de Camorim e 280.388 m³ da Lagoa de Jacarepaguá.
 - o 1.309.158 m³ de solo arenoso para o perímetro. 52.140 m³ da Lagoa de Tijuca e 1.257.018 m³ da Lagoa de Jacarepaguá.

A distância máxima atingida nesta lagoa é de 7.000 metros. O sedimento predominante é silte e por isso foi mantida a previsão de produção inicial. Da mesma forma será mantida a demanda de até dois “boosters” que dividirá a linha de recalque em posições adequadas, analogamente às análises anteriores.

Importante será que o sedimento dragado e recalcado para o Centro Metropolitano, seja oriundo de área mais próximas quanto possível deste despejo, evitando, assim, um aumento significativo na distância de bombeamento.

Lagoa de Camorim

Este canal apresenta um volume de sedimentos a dragar de **151.771 m³ *in situ***, sendo sua totalidade composta de silte, volume este a ser disposto internamente na Área de Disposição do Centro Metropolitano.

Neste caso, por apresentar somente silte, será utilizada novamente a curva de produção descrita na Lagoa de Marapendi, agora com o objetivo de verificar qual o maior comprimento da tubulação de recalque que pode ser atingido, mantendo a mesma produção de 250 m³/h de sólidos a uma concentração de 20%.

Para isso, considerou-se a função “A” da curva, areia fina, ao invés da função “B” areia média, anteriormente considerada. Ao entrarmos no eixo vertical com a produção de 250 m³/h, interceptamos a curva “A” e saímos no eixo horizontal com a distância máxima de 3.500 metros de linha de recalque, valor suficiente para atingir toda a extensão do Canal, não havendo, portanto, necessidade de bombas de impulsionamento.

O prazo previsto para este trabalho é de **2,5 meses** e será usada a draga 2, tão logo termine os serviços no Canal de Joatinga, no décimo quarto mês de obra.

Lagoa de Jacarepaguá

O volume a dragar na Lagoa de Jacarepaguá é de **1.537.405,00 m³ *in situ***. A produção mensal calculada é de **72.000 m³**, sendo, portanto, necessário e suficiente o emprego de uma draga (draga 3), conforme descrito anteriormente, exclusivamente nesta lagoa, a fim de produzir o resultado desejado em **24 meses**.

O sedimento oriundo desta lagoa será recalcado em sua totalidade para a área de disposição denominado de “Centro Metropolitano”.

- Centro Metropolitano
 - o 967.934 m³ de solo siltoso para o aterro interno. 535.776 m³ da Lagoa de Tijuca, 151.771 m³ da Lagoa de Camorim e 280.388 m³ da Lagoa de Jacarepaguá.
 - o 1.309.158 m³ de solo arenoso para o perímetro. 52.140 m³ da Lagoa de Tijuca e 1.257.018 m³ da Lagoa de Jacarepaguá.

No “Centro Metropolitano” que dista aproximadamente 2.000 metros desde seu centro até a margem da lagoa, a tubulação de recalque será instalada, usando técnicas adequadas. Especial atenção deverá ser dada à fundação aplicada à tubulação, evitando assim recalque do solo ou acidentes devido à grande sobrecarga no momento do bombeamento.

Devido a grande extensão desta Lagoa, também será necessária a utilização de uma bomba de impulsão (booster) sobre flutuante, seccionando a rede de recalque, em posições adequadas de forma a manter a pressão necessária que impulsionará o sedimento na vazão prevista. Desta forma, esta linha total terá até 2 bombas de impulsão, permitindo-se o fluxo do sedimento na produção necessária e a velocidade mínima requerida pra evitar obstruções na rede.

Os trabalhos terão seu início na área mais a leste da Lagoa onde a draga será inicialmente ligada à linha de recalque direcionada ao despejo “Ilha” com o objetivo de, em virtude da grande distância desta área de despejo, evitar a obrigação de montagem de linhas de recalque de comprimento excessivo.

A dragagem deve evoluir no sentido oeste, sempre com areia, até completados os volumes previstos nesta área de despejo inicial, quando então será redirecionada a linha de recalque para o Centro Metropolitano a fim de prosseguir o processo até sua conclusão.

A água utilizada no recalque para o “Centro Metropolitano” será conduzida, por gravidade, através de sistemas de drenagem previamente instaladas permitindo seu retorno para a lagoa.

▪ Utilização das dragas

As quatro dragas previstas serão distribuídas da seguinte forma:

Quadro 1.3.4-5: Distribuição das dragas.

Draga	Local	Tempo de Operação (meses)
Draga 01	Lagoa de Marapendi	24 meses
Draga 02	Lagoa de Marapendi	7 meses
	Canal de Joatinga	6 meses
	Lagoa de Camorim	2,5 meses
Draga 03	Lagoa de Jacarepaguá	24 meses
Draga 04	Lagoa da Tijuca	22 meses

Fonte: PROJCONSULT, 2011

▪ Unidade de espessamento e bombeamento para os tubos de tecido geotêxtil

Será montada uma unidade central composta de:

- Estação de dosagem de polímeros a partir do produto em pó.
- Sistema de alimentação / distribuição constituído por um tubulação principal (barrilete), no qual são conectados mangotes flexíveis e válvulas de controle de fluxo para acoplamento aos bocais de entrada dos tubos de tecido geotêxtil.

▪ Atividades complementares

Durante os trabalhos poderão ocorrer situações não previstas que impeçam a utilização das dragas de sucção e recalque, como excesso de lixo concentrado, materiais de grande porte submerso, solos com resistência à penetração em valores altos, etc., ou ainda, para atingir áreas de dragagem que seja julgado inviável a instalação de linhas de recalque, seja por distâncias excessivas, seja por motivos de interferências no tráfego aquaviário da região.

Nestes casos, o serviço será realizado mecanicamente por uma embarcação anfíbia, utilizando-se do braço hidráulico como escavadeira hidráulica tipo “back-hoe” ou com caçamba tipo “clamshell”, ou ainda, nos casos possíveis, a utilização da bomba acoplada na ponta da lança.

Este sedimento dragado será depositado em batelões lameiros tipo “split barge” com capacidade mínima de 120 m³ dotados de grelhas para peneiramento de lixo com diâmetro de malha de duas polegadas. Estas balsas, sem propulsão, serão deslocadas por rebocadores até uma área a ser definida no projeto executivo, próxima à área de despejo a fim de realizar o transbordo (tombo) do sedimento peneirado para, a partir daí, serem recalcados por draga para a área de recepção adequada.

Após o despejo do sedimento peneirado, o batelão é conduzido a uma estação de coleta de lixo onde serão retirados os materiais retidos pela grelha a fim de dar a destinação a um Centro de Tratamento de Resíduos. Esta estação será montada junto a um dos canteiros de obras, onde deverá estar instalado um guindaste em terra junto ao cais de apoio construído.

A utilização de batelões lameiros tipo “split barge” tem a finalidade de permitir o despejo deste sedimento em áreas de pouca profundidade.

A dragagem mecânica com escavadeira hidráulica tipo “back-hoe” tem a finalidade de romper o sedimento resistente e/ou a retirada de lixo excessivo. Este método não forma plumas de dispersão de sedimento fino durante os trabalhos, e, ainda, não provoca excesso de revolvimento do fundo.

Todas as embarcações de apoio envolvidas terão calado máximo de 1,2 metros devido à pouca profundidade atual das lagoas, permitindo assim a navegabilidade na região.

Após o despejo do sedimento pelos batelões nas áreas selecionadas, uma draga de sucção e recalque fará o bombeamento deste sedimento para as áreas finais de deposição.

- Equipamentos de apoio

Os equipamentos de apoio, segundo o Relatório do Projeto Básico de Recuperação Ambiental do Complexo Lagunar da Baixada de Jacarepaguá (PROJCONSULT, 2011) estão listados a seguir.

A. Embarcação anfíbia

A embarcação anfíbia quando empregada nos serviços de dragagem através de escavação mecânica deverá apresentar uma produção horária mínima de produção de 100 m³/hora. No seu interior haverá recursos que permitam o operador orientar-se quanto à posição e profundidade do equipamento de dragagem. O Posicionamento será feito por equipamentos DGPS com sinal diferencial, podendo neste caso ser utilizado a correção por radio-farol.

Segue abaixo as especificações técnicas recomendadas:

- Sistema de propulsão
 - Potência motor - 168 KW
 - Cap. Combustível - 1200 litros
 - Sistema elétrico - 24 volts
- Sistema hidráulico
 - Pressão máx. operação - 345 bar
- Sistema de escavação

- Ângulo de trabalho - 180°
- Força de corte - 83 KN

B. Bomba de impulsionamento (booster)

Os trabalhos de impulsionamento serão realizados por bombas, diesel-hidráulica, montadas dentro de pontões central e laterais desmontáveis dotados de estacas de cravação no solo para seu posicionamento. O acionamento do cortador se fará por acionamento direto do motor hidráulico de baixa rotação e com potência superior a 52 KW.

A bomba de dragagem terá acionamento por motor diesel de potência mínima de 440 KW, através de caixa redutora com embreagem incorporada, não se admitindo o uso de redução por correias.

O conjunto moto-bomba, as bombas auxiliares e os sistemas elétricos e hidráulicos serão instalados na praça de máquinas localizada no interior do pontão central.

Os componentes de desgaste da bomba serão fabricados em aço fundido de alta resistência a abrasão com dureza mínima de 550 Hb.

Estarão disponíveis a bordo as ferramentas especiais que permitem a montagem e desmontagem dos pontões e bomba de recalque.

Também estará dotada de joelho giratório de descarga, válvula “flap” da tubulação de convés, mastro de sinalização de navegação conforme a NORMAN O2 da DPC (embarcações empregadas na navegação interior) e farol de busca acionado do interior da cabine.

C. Batelão lameiro

Com o objetivo de transportar o material dragado, os batelões lameiros tipo “split barge” terão dimensões máximas de 6 metros de boca, 28 metros de comprimento e 1,2 metros de calado carregado. Possuirão sistema de abertura hidráulico através de pistão e serão dotados de

bomba hidráulica acionada por motor hidráulico acoplado a motor diesel, de potência compatível com os esforços requeridos.

Sua cisterna deve ser central, com capacidade mínima de 100 m³.

Sua configuração permitirá a desmontagem em duas metades de largura máxima de 3 metros o que permite o transporte em carretas rodoviárias e desembarque através de guindaste.

D. Rebocador

Os rebocadores requeridos terão dimensões máximas de 12 metros de comprimento, 2,5 metros de largura e calado inferior a 1,2 metros. A potência mínima será de 160 HP e deverá ser tripulado por pessoal qualificado com sua tripulação de segurança completa. A embarcação será legalizada pela Capitania dos Portos.

E. Embarcação de trabalho (workboat)

As embarcações de trabalho serão utilizadas nos apoios à montagem, manutenção e desmontagem das linhas de recalque das dragas de sucção e recalque, no posicionamento de seus ferros e abastecimento de óleo diesel. Estas embarcações possuirão equipamento de içamento de carga, podendo ser hidráulico ou a cabo. Sua restrição de dimensão limita-se ao calado que não poderá ser maior que 1,5 metros. Terá, ainda, gerador de energia elétrica em potência suficiente para alimentar uma máquina de solda que estará disponível a bordo com um soldador. Um conjunto oxi-acetileno também permanecerá a bordo juntamente com um profissional “maçariqueiro” para eventuais necessidades na montagem da linha de recalque. Deverão ser tripuladas por pessoal qualificado com sua tripulação de segurança completa e será legalizada na Capitania dos Portos.

Será disponibilizada, no mínimo, uma embarcação para apoio às operações.



Figura 1.3.4-6: Foto da embarcação de trabalho.
Fonte: PROJCONSULT, 2011

F. Lancha rápida

Destinado a movimentações rápidas tanto de logística de material quanto de troca de pessoal, terá ainda a utilidade de evacuações médicas em caso de acidentes, estando, portanto, a disposição 24 horas por dia. Esta embarcação será construída em alumínio de alta resistência, com comprimento mínimo de 4 metros, calado máximo de meio metro, dotado de comando a distância (volante e comando de velocidade), sendo propulsado por motor de popa com potência mínima de 30 hp.

G. Guindaste de apoio terrestre

Serão disponibilizados guindastes de apoio terrestre a fim de auxiliar as embarcações no embarque e desembarque de materiais, na sua manutenção e ainda será utilizado no recolhimento do lixo vindo nas grelhas de retenção dos batelões, com o objetivo de embarcá-los em caminhões para destinação em um Centro de Tratamento de Resíduos.

Estes guindastes serão no mínimo de 80 toneladas e sua lança terá comprimento compatível com a distância entre seu posicionamento e o cais de atracação das embarcações.

1.3.5. Identificação dos locais de bota-fora, contemplando a caracterização das alternativas locacionais, constando as coordenadas geográficas

A disposição final do material dragado nas obras de Recuperação Ambiental do Complexo Lagunar de Jacarepaguá em águas jurisdicionais brasileiras (alto mar) se mostrou inviável tanto financeiramente quanto tecnicamente devido à distância e à dificuldade para se transferir o material dragado para alto mar. Assim foram estudadas áreas de disposição (bota-fora) próximas dos locais de dragagem, que receberão o material dragado por recalque (bombeamento). Desta forma, a localização das áreas de disposição aliada à tecnologia aplicada ao transporte do material dragado possui como consequência a redução dos custos de execução e a minimização dos impactos sobre o sistema viário.

O critério de seleção das áreas de disposição foi a seguinte: para o material arenoso é indicada a formação de aterros, dispondo esse material diretamente do solo, respeitando-se as Resoluções CONAMA nº 344 de 25 de março de 2004 e CONAMA nº 420 de 28 de dezembro de 2009, formando uma contenção no perímetro da área de disposição com sacos de geotêxteis cheios com material arenoso dragado. No caso de áreas grandes, a recomendação de projeto é a subdivisão da área, formando “piscinas”, com o mesmo material dragado e ensacado em geotêxteis. Dependendo do tipo de solo, recomenda-se ainda a forração com tecido geotêxtil.

É indicado para disposição em geotêxteis, material fino (silte-argiloso) e/ou material com considerado nível de contaminação. No caso desse tipo de disposição, deverão ser feitos testes para determinação do polímero a ser usado para desidratar o material siltoso e contê-lo dentro do geotêxtil. Neste caso, constroem-se bacias de contenção de forma que se possa analisar e tratar o efluente que será lançado ao meio, conforme determina a resolução CONAMA nº 397 de 03 de abril de 2008.

Para fins de especificação técnica os sedimentos das lagoas foram então divididos em duas categorias, conforme a seguir (referidos aos valores presentes na Resolução CONAMA nº 344/04):

- Categoria A: sedimentos com nível de contaminação abaixo do nível 1;
- Categoria B: sedimentos com nível de contaminação acima do nível 1.

Após análises laboratoriais realizadas em 62 amostras coletadas, distribuídas geograficamente na região, foi verificado que o material existente em todo Complexo Lagunar de Jacarepaguá apresenta, em suas características granulométricas, areia e silte, e os volumes que apresentam índices previstos na Resolução CONAMA nº 344/04, nas amostras são os seguintes:

Quadro 1.3.5-1: Percentual do material por categoria.

Região	Percentual por Categoria
Joatinga	35% areia categoria A e 65 % areia categoria B
Tijuca	16% areia categoria B, 59% silte categoria A e 25% silte categoria B.
Camorim	78% silte categoria A e 22 % silte categoria B
Jacarepaguá	82% areia categoria A e 18 % silte categoria A
Marapendi	36% areia categoria A e 64 % areia categoria B

Fonte: PROJCONSULT, 2011

Para a seleção das áreas de disposição do material dragado, foram realizados estudos em 5 (cinco) áreas próximas das áreas de dragagem, assim denominadas:

- Marapendi;
- Ilha;
- Centro Metropolitano;
- Pedra Panela A; e
- Pedra Panela B.

Os estudos contaram com a realização de campanhas de sondagem e utilização de dados de sondagem já existentes.

Com o estabelecimento de critérios seletivos como, facilidade de acesso, distância de transporte para o material dragado, facilidade de negociações, condições do solo (verificadas através das análises geotécnicas) e quantidade de material a ser disposto, foram escolhidas três (3) áreas principais: “Marapendi”, “Ilha”, e “Centro Metropolitano”, ficando “Pedra Panela A” e “Pedra Panela B” como alternativas, caso seja inviabilizada a ocupação em alguma das três primeiras áreas indicadas.

O Quadro e as Figuras, a seguir, apresentam a localização das áreas de bota-fora identificadas.

Quadro 1.3.5-2: Coordenadas (UTM) das áreas de disposição final do material dragado.

Áreas de Disposição	Coordenadas UTM	
	E	S
Ilha	669.803	7.456.859
Centro Metropolitano	666.984	7.459.709
Marapendi	663.179	7.455.130
Pedra Panela A*	669.600	7.458.400
Pedra Panela B*	670.890	7.457.068

Obs.: * Áreas alternativas
Fonte: PROJCONSULT, 2011



Figura 1.3.5-1: Macrolocalização das áreas de disposição final de material dragado.

Fonte: PROJCONSULT, 2012



Figura 1.3.5-2: Localização da área de disposição final CENTRO METROPOLITANO.
Fonte: PROJCONSULT, 2011



Figura 1.3.5-3: Localização da área de disposição final ILHA.
Fonte: PROJCONSULT, 2012



Figura 1.3.5-4: Localização da área de disposição final MARAPENDI.

Fonte: PROJCONSULT, 2011



Figura 1.3.5-5: Localização da área de disposição final alternativa PEDRA PANELA A.

Fonte: PROJCONSULT, 2011



Figura 1.3.5-6: Localização da área de disposição final alternativa PEDRA PANELO B.

Fonte: PROJCONSULT, 2011

Conforme citado anteriormente, o projeto contempla as áreas “Marapendi”, “Centro Metropolitano” e “Ilha” como principais áreas de disposição, destinadas a receber o material dragado oriundo das lagoas de Marapendi, Jacarepaguá Tijuca e Camorim e o canal de Joatinga, ficando disponibilizada como opção secundária as áreas denominadas “Pedra Panela A” e “Pedra Panela B”.

A disposição dos sedimentos será feita de acordo com a característica granulométrica do material e o local do depósito, conforme pode ser observado nos Quadros a seguir:

Quadro 1.3.5-3: Tipos de disposição - Áreas selecionadas.

Áreas de disposição	Contenção	Disposição	Material
Centro Metropolitano	Berma	não encamisada	Areia
	Aterro	não encamisada	Areia/silte
Ilha	Bermas	encamisada	Areia
	Aterro	encamisada/ não encamisada	Areia/silte
Marapendi	Talude	não encamisada	Areia

Fonte: PROJCONSULT, 2011

Quadro 1.3.5-4: Tipos de disposição - Áreas alternativas.

Áreas de disposição	Nome	Disposição	Material
Pedra Panela A	Bermas	Encamisada	Areia
	Aterro	Encamisada	Areia/silte
Pedra Panela B	Bermas	Encamisada	Areia
	Aterro	Encamisada	Areia/Silte

Fonte: PROJCONSULT, 2011

Os Quadros, a seguir, apresentam um resumo das áreas previstas para disposição do material dragado. Essas áreas podem se tornar menor devido às possíveis irregularidades no terreno. Sendo assim, foi inferido um valor útil para cada área.

Quadro 1.3.5-5: Áreas dos locais de disposição do material dragado.

Áreas de disposição	Área (m²)	Volume de Suporte* (m³)
Centro Metropolitano	759.546	1.961.566
Ilha	296.160	1.347.598
Marapendi	679.250	2.238.715
Total	1.883.456	5.547.879

* Valores sedimento *in situ*.

Fonte: PROJCONSULT, 2011

Quadro 1.3.5-6: Áreas dos locais de disposição alternativos do material dragado.

Áreas de disposição	Área (m²)	Volume de Suporte* (m³)
Pedra Panela A	565.731	996.000
Pedra Panela B	357.000	628.518
Total	922.731	1.624.518

* Valores sedimento *in situ*.

Fonte: PROJCONSULT, 2011

Nas áreas destinadas a receber o aterro hidráulico, não haverá compactação do solo, entretanto, é necessário realizar o espalhamento do material de forma a tornar plano o terreno aterrado ao final da obra. Para isso, serão utilizadas máquinas de terraplanagem adequadas e devidamente dimensionadas para atingir o objetivo paisagístico esperado.

1.3.6. Descrição da forma de transporte e de lançamento do material dragado

É previsto que os trabalhos de dragagem irão transportar os sedimentos por recalque até as áreas de disposição, através de tubulação apropriada para sua condução até as áreas de disposição: Ilha, Marapendi e Centro Metropolitano. O material dragado será bombeado através de tubulações de recalque de Polietileno de Alta Densidade - PEAD, com o uso de motobombas e “boosters”.

Não haverá transporte de sedimentos por via rodoviária. Porém, prevê-se a remoção de resíduos das áreas dragadas, os quais serão transportados em caminhões para disposição final em Centros de Tratamento de Resíduos.

1.3.7. Detalhe construtivo dos diques que receberão o material dragado, linhas de recalque e drenagem.

O projeto prevê que os sedimentos dragados, conforme abordado anteriormente, serão dispostos nas Áreas de Disposição do Centro Metropolitano e Marapendi, formando aterros de solo. Na Área de Disposição Ilha, serão utilizados tubos de tecido geotêxtil. Nas duas Áreas de Disposição Alternativas, sendo elas Pedra Panela A e Pedra Panela B, na necessidade de utilização das mesmas, também serão utilizados tubos geotêxteis.

Quanto às linhas de recalque, as mesmas serão definidas por ocasião do início das obras de dragagem. Isso se justifica devido à as áreas das lagoas apresentarem níveis de assoreamento elevado, o que impede a utilização de equipamentos de médio e grande porte bem com embarcações de calado superior a 1,2 metros. Desta forma, a utilização de embarcações de apoio antes e durante as operações de dragagem, levarão em consideração este aspecto, principalmente por ocasião da montagem da linha de recalque e posicionamento inicial das dragas.

- Sistema de disposição adotado para a área “Ilha” e áreas alternativas “Pedra Panela A” e Pedra Panela B”

A tecnologia proposta para a disposição dos sedimentos a serem dragados e dispostos em tubos geotêxteis consiste na dragagem ambiental do sedimento “com poluentes” e tratamento químico específico através de floculantes e coagulantes inseridos na própria linha de recalque, sem o contato com o meio ambiente, e o armazenamento dos sedimentos nos tubos de tecido geotêxtil.

Estas unidades de tubos de tecido geotêxtil são fabricadas em polipropileno de alta resistência que exerce simultaneamente as funções de contenção (retenção) dos sedimentos que tiverem algum grau de poluição e de drenagem da água livre presente, sem a presença de contaminantes. O excesso de água decorrente do processo de dragagem é drenado através dos pequenos poros do geotêxtil, resultando numa desidratação efetiva e uma redução do volume de água. Esta redução de volume permite que cada tubo possa ser preenchido por bombeamentos sucessivos, até que o volume disponível seja quase inteiramente ocupado pela fração sólida existente nos sedimentos dragados. O efluente drenado poderá retornar ao ambiente de origem.

As Figuras a seguir ilustram aspectos gerais do material e sistema descrito.



Figura 1.3.7-1: Sistema de disposição em tubo de tecido geotêxtil.

Após o ciclo final de enchimento e desidratação, o material sólido retido continuará a sofrer um processo de consolidação, por desidratação e evaporação da água residual, através do geotêxtil que constitui as paredes dos tubos, conforme pode ser observado nas Figuras a seguir.



Figura 1.3.7-2: Drenagem e consolidação dos materiais.

Para permitir a separação do material com algum grau de poluição, prevê-se que será utilizado um processo químico chamado floculação dos sólidos, este floculante em questão trata-se de polieletrólitos de alta eficácia, especificamente projetados para os processos de separação sólido-líquido dentro do campo do tratamento de sedimentos contaminados. São polímeros sintéticos, de alto peso molecular, solúveis em água, baseados em acrilamida e seus copolímeros. O sortimento de polieletrólitos produzidos nesta série abrange uma ampla faixa de peso molecular e propriedades de carga iônica, tornando assim possível a floculação eficaz de diversos tipos de substrato.

Á água percolada do tubo geotêxtil atenderá as seguintes exigências:

- O percolado deve atender as exigências da Resolução CONAMA nº 357/2005 de lançamento de efluente;
- O polímero a ser utilizado não deve gerar problemas ao meio ambiente.



Figura 1.3.7-3: Sistema de dosagem de polímero.

O sistema é constituído por uma tubulação principal “manifold”, na qual são conectados mangotes flexíveis de DN 8”. Para acoplamento aos bocais de entrada dos tubos de geotêxtil.

As Figuras, a seguir, ilustram aspectos do sistema descrito.



Figura 1.3.7-4: Barrilete de distribuição de sedimentos dragados para os Tubos de Geotêxtil.



Figura 1.3.7-5: Conexão do tubo flexível ao bocal de entrada do Tubo de Geotêxtil.

O corpo da estrutura é um composto de tecido geotêxtil de polipropileno de alta resistência utilizado no processo de desidratação, costuras com fios de poliéster de alta resistência e resistência a UV e flanges de enchimento.

A parte líquida é drenada pela trama do produto, resultando uma desidratação efetiva e uma eficiente redução do volume de água. Esta redução de volume imediata permite inúmeros enchimentos do sistema.

Depois do ciclo final de enchimento e desidratação, o material sólido retido deverá continuar a consolidar por desidratação através da evaporação da água residual.

O geotêxtil tecido tem uma durabilidade mínima de 07 anos para funcionamento, contra desgastes naturais de suas fibras, quando expostas aos raios UV, e quando protegidas dos raios UV, sua durabilidade atinge um mínimo de 100 anos.

As propriedades mecânicas e hidráulicas são atestadas, por laboratórios idôneos e acreditados pelo INMETRO, os ensaios estão em conformidade com as normas ASTM, ABNT e ISO.

No **Volume III** do presente documento, encontram-se apresentados os **Anexos 1-6 a 1-15**, referentes à área de disposição “Ilha” e às áreas de disposição alternativas “Pedra Penala A” e “Pedra Panela B”.

▪ Sistema de disposição adotado para a área Centro Metropolitano

O sistema de disposição do material dragado previsto para ser adotado para a área “Centro Metropolitano” consiste em um aterro natural com uma berma em solo de 1:3 necessárias para dar estabilidade.

A berma será feita a partir dos 15 m de distância da borda da área de disposição e terá uma largura de 20 m, sendo que será iniciada com um dique de 3 m de crista e 1,10 m de altura em areia com núcleo de argila ou tecido impermeabilizante. Depois dos 20 m será disposto outro dique de 1,20 m de altura para dispor o aterro de cobertura final. Antes do início do projeto, foi prevista uma camada drenante com brita tipo nº2. No caso do projeto geotécnico do Centro Metropolitano esta foi desconsiderada, já que o sedimento dragado será bombeando para uma “grande bacia”, onde a água do bombeamento correrá por dentro da bacia até chegar a um ponto de saída, tal como uma “tulipa”. Também foi desconsiderado no projeto a geomembrana e o tecido de 70 kN/m já que o solo não apresenta metais acima do Nível 2. No entanto, se no projeto executivo for verificada através de ensaios ecotoxicológicos a presença de contaminantes, o projeto será reavaliado.

Devido à baixa resistência do solo, foi projetado um tecido de reforço ou tapete de ancoragem de 100kN/m, distribuído na zona de risco de ruptura obtido com o programa Slope.

No **Volume III** do presente documento, encontram-se apresentados os **Anexos 1-16 e 1-17**, referentes à área de disposição “Centro Metropolitano”.

▪ Sistema de disposição adotado para a área “Marapendi”

O sistema de disposição do material dragado previsto para ser adotado para a área “Marapendi” consiste em um aterro natural sem bermas com talude de 1:4 sobreposto num Aterro de Conquista de 0,50m de espessura, preparado com sedimento da mesma lagoa. Devido à alta resistência do solo não foi projetado tecido de reforço.

Preliminarmente, foi prevista a utilização de uma camada drenante com brita tipo nº2. No caso do projeto geotécnico de Marapendi esta foi desconsiderada já que o sedimento dragado será bombeado para uma “grande bacia”, aonde a água do bombeamento correrá por dentro da bacia até chegar a um ponto de saída, tal como uma “tulipa”. Também foi desconsiderado no projeto a geomembrana e o tecido de 70kN/m já que o solo não apresenta metais acima do Nível 2. No entanto, se no projeto executivo for verificada através de ensaios ecotoxicológicos a presença de contaminantes o projeto terá que ser reavaliado.

No **Volume III** do presente documento, encontram-se apresentados os **Anexos 1-18 e 1-19**, referentes à área de disposição “Marapendi”.

1.3.8. Canteiro de obras (descrição, layout, localização, infraestrutura, pré-dimensionamento, cronograma de desativação)

Estão previstos para serem implantados 4 (quatro) canteiros de obras, sendo 1 (um) canteiro principal e 3 (três) canteiros de apoio, a serem executados em placas de madeira compensada e gesso acartonado, cobertura em telhas de fibrocimento e dotados de fossa séptica e filtro anaeróbio (tratamento de efluentes sanitários), bem como energia elétrica e lógica. Nestes canteiros será feita a guarda de materiais, insumos, ferramental, maquinários leves e demais equipamentos e veículos utilizados no apoio à execução. A localização prevista dos canteiros encontra-se apresentada na Figura a seguir.



Figura 1.3.8-1: Localização estimada dos canteiros de obras.
Fonte: PROJCONSULT

As plantas com os layouts e pré-dimensionamentos dos canteiros de obras encontram-se apresentadas nos **Anexos 1-20 e 1-21 – Volume III**.

A desativação dos canteiros previstos para serem instalados seguirá o cronograma de obra e respeitará todas os requisitos legais vigentes.

1.3.9. Limpeza e preparação do terreno, desmonte e/ou demolição, terraplanagem, movimento de terra, na área do cais

Os cais de atracação das embarcações serão provisórios, a serem localizados em áreas que dispensem movimentação de terra, desmontes ou demolições. Essas áreas serão identificadas quando da elaboração do projeto executivo.

1.3.10. Origem do material a ser utilizando nos aterros e enrocamento

Nas obras de recuperação ambiental do Complexo Lagunar de Jacarepaguá, os únicos aterros a serem executados dizem respeito às áreas de disposição do material dragado, anteriormente abordados, e ao prolongamento do molhe situado na margem direita da barra do Canal da Joatinga, na Barra da Tijuca.

Conforme já mencionado, a ampliação do molhe na barra do Canal da Joatinga tem por objetivo evitar o assoreamento de sua desembocadura com areia proveniente da praia da Barra da Tijuca. A estrutura a ser implantada consiste em um guia-correntes de enrocamento cujo eixo, com extensão de cerca de 225 m, está definido pelos seus pontos notáveis. A localização e as coordenadas UTM destes pontos estão apresentadas, respectivamente, na figura e quadro a seguir. A estrutura, situada no lado oeste da desembocadura do canal da Joatinga, apresenta traçado reto prolongando-se até a profundidade de -9,5 m (PROJCONSULT, 2011).

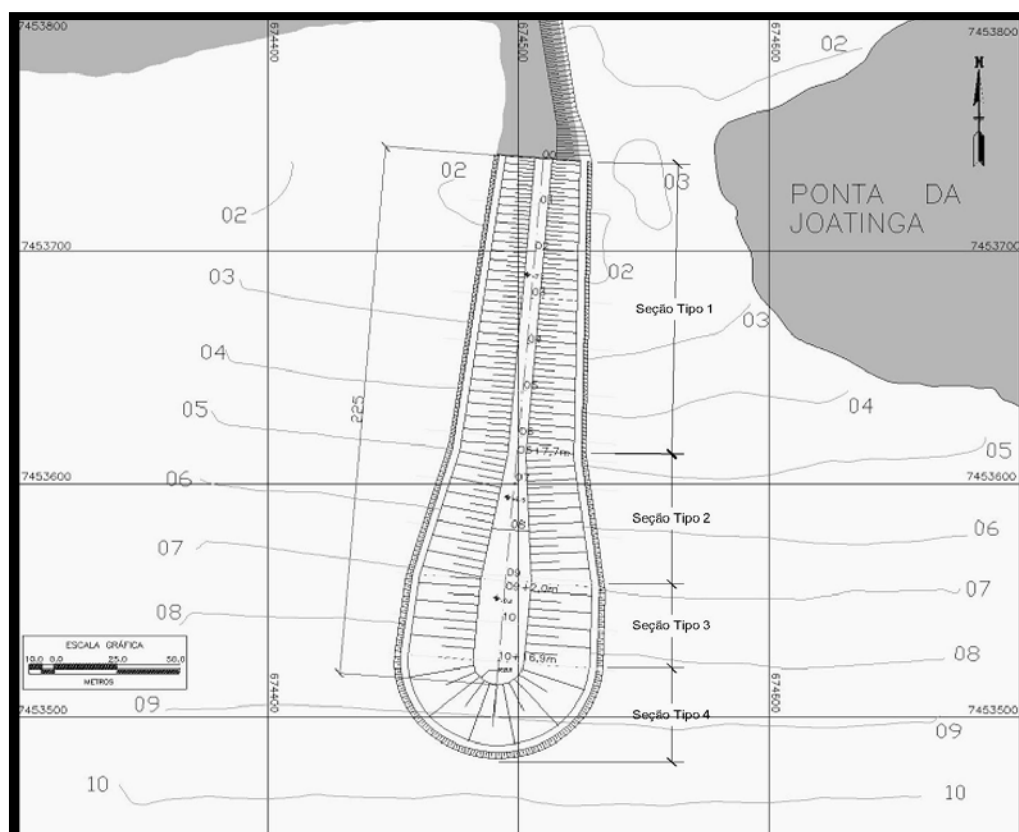


Figura 1.3.10-1: Localização do molhe.

Fonte: PROJCONSULT, 2011

Quadro 1.3.10-1: Coordenadas UTM dos pontos notáveis do guia-correntes.

Estaca	Leste (m)	Norte (m)
0	674510	7453740
1	674508	7453720
2	674507	7453700
3	674505	7453680
4	674503	7453660
5	674502	7453640
6	674500	7453620
6+7,7m	674499	7453613
7	674498	7453600
8	674497	7453580
9	674495	7453560
9+2,0m	674495	7453558
10	674494	7453541
10+16,9m	674492	7453524

Fonte: PROJCONSULT, 2011

Foram avaliadas 2 alternativas tecnológicas de execução das obras de extensão do molhe: enrocamento tradicional com o uso de pedras de diferentes dimensões e estruturas de concreto chamadas tetrápodes, conforme ilustrações a seguir.



Figura 1.3.10-2: Tetrápodes.
Fonte: Internet

Em uma avaliação específica, a utilização de pedras, em um momento em que o Rio de Janeiro vem executando diversas obras de mobilidade urbana em que há geração de rochas que seriam descartadas como resíduos de construção e demolição, como por exemplo as obras de construção da Linha 4 do Metrô Rio, torna-se viável de forma a minimizar os custos e a geração de resíduos com o reaproveitamento dos mesmos.

Desta forma, a estrutura prevista para o molhe, considerando o uso de enrocamento tradicional, é formada por três camadas: núcleo, filtro e carapaça (Figura a seguir). O núcleo é constituído por pedras de até 2 t. O filtro e a carapaça variam de acordo com a seção tipo projetada.

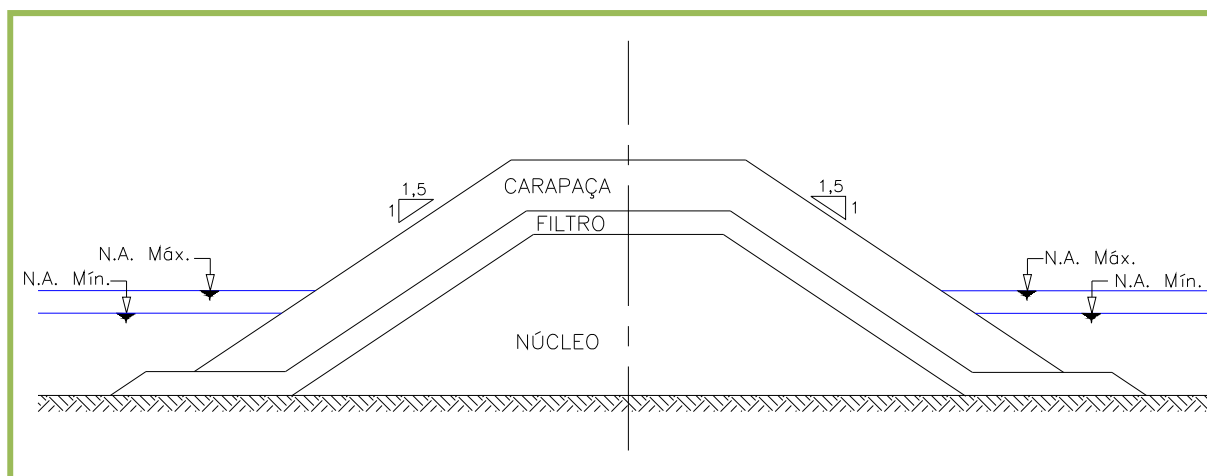


Figura 1.3.10-2: Esquema geral da seção transversal do molhe.

Fonte: PROJCONSULT, 2011

A Seção Tipo 1 é constituída por carapaça de pedras de W_{50} de 4,0 t e filtro de pedras de W_{50} de 0,4 t, abrangendo as estacas de 0 a 6+7,7 m(A) do molhe. A Seção Tipo 2 é constituída por carapaça de pedras de W_{50} de 10,0 t e filtro de pedras de W_{50} de 1,0 t. Esta seção tipo abrange as estacas de 6+7,7 m(B) a 9+2,0 m(A) do molhe. A Seção Tipo 3, constituída pelas seções 9+2,0 m(B) a 10+16,9 m, é formada por carapaça de pedras de W_{50} de 10,0 t. A Seção Tipo 4, que compreende o espaço entre a estaca 10+16,9m ao fim do molhe, tem a mesma formação da Seção Tipo 3.

Uma Seção de Proteção constituída por carapaça de pedras de W_{50} de 4,0 t e filtro de pedras de W_{50} de 0,4 t, foi pensada para cobrir o molhe atual. Devido a falta de dados topográficos da estrutura existente, os cálculos foram uma estimativa, mas estão incluídos no volume total de pedras.

Nos **Anexos 1-2, 1-22 e 1-23 – Volume III** encontram-se apresentadas a planta e seções do molhe. Os volumes de pedras para as camadas são apresentados no Quadro a seguir.

Quadro 1.3.10-2: Granulometria e Volumes de pedras para o molhe.

Tipo Pedra	Descrição	Local	Seção Tipo	Volume Aparente Total (m³)
A	pedras de até 0,50t – c/20% < 0,20t	tronco/cabeço	Todas	8.000
B	pedras de 0,3 a 0,5t – 50% > 0,4t	tronco	Prot./Tipo 1	9.500
C	pedras de 0,75 a 1,25t – 50% > 1,0t	tronco	Tipo 2	5.700
D	pedras de 1,1 a 1,9t – 50% > 1,5t	cabeço	Tipo 3 e 4	5.100
E	pedras de 3,0 a 5,0t – 50% > 4,0t	tronco	Prot./Tipo 1	11.000
F	pedras de 7,5 a 12,5t – 50% > 10,0t	tronco	Tipo 2	15.400
G	Pedras de até 2t	nucleo	Todas	41.360
Total pedras				96.060

Fonte: PROJCONSULT, 2011

1.3.11. Riscos potenciais, ações, equipamentos de prevenção de acidentes. Previsão de tráfego, tanto rodoviário como de embarcações, nas fases de execução e operação

O projeto objeto do presente licenciamento consiste em obras civis de dragagem e prolongamento de molhe, com disposição do material dragado por bombeamento em áreas próximas aos locais de dragagem, evitando assim o transporte via caminhões, não havendo fase de operação. É previsto que o tráfego referente às obras seja composto por veículos leves e pesados, estes últimos referentes ao transporte de máquinas, equipamentos e insumos (que será mais concentrado na fase de mobilização dos canteiros de obras) e ao transporte de resíduos (em sua grande maioria coletados durante a dragagem).

Logo, estima-se um movimento diário de até 40 veículos leves e 10 veículos pesados na fase de mobilização do canteiro de obras. Durante a dragagem, estima-se um movimento diário de 20 veículos leves e 12 veículos pesados em média.

Quanto ao movimento de embarcações, haverá apenas uma lancha de trabalho se movimentando no Complexo Lagunar de Jacarepaguá, dando apoio à dragagem.

Quanto aos riscos de acidentes relativos aos trabalhadores, serão fornecidos todos os equipamentos de proteção individual e coletivos necessários para minimizar os riscos de acidentes, onde prevê-se que os riscos potenciais sejam relativos a afogamentos.

Quanto aos riscos ambientais, prevê-se como potencial o risco de vazamento de óleo lubrificante e combustível no espelho d'água, uma vez que as dragas carregam grande volume de óleo. No caso de eventual vazamento, serão adotadas medidas emergenciais de contingenciamento do vazamento, como lançamento de barreiras flutuantes e o acionamento de empresa especializada em contenção de vazamentos.

1.3.12. Plano de sinalização para o tráfego nos acessos principais

Durante a execução das obras de Recuperação Ambiental do Complexo Lagunar de Jacarepaguá, será implantado um sistema específico de sinalização de tráfego, horizontal e vertical nas principais vias de acesso, em acordo com o Manual de Sinalização Rodoviária do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte – DNIT (1999).

1.3.13. Comportamento hidrodinâmico, em condições normais e críticas, incluindo o monitoramento para caracterização atual, durante e após as obras de dragagem nas lagoas

Este item tem como objetivo apresentar uma descrição da circulação hidrodinâmica local e as modificações após as mudanças com o prolongamento do guia corrente na saída do Canal da Joatinga, a execução de dragagem nas lagoas e nos canais que as interligam, e a ampliação de uma ilha na Lagoa da Tijuca com a disposição de parte do material dragado.

É importante destacar que a complementação do presente item encontra-se apresentada no Capítulo III - Diagnóstico Ambiental nos itens “*Análise integrada dos eventos atuantes das seguintes atividades: despejo de efluentes industriais e domésticos, atividades turísticas e de lazer, lançamento de lixo, possibilidade de implementação de sistema de transporte aquaviário e obras de arte que alteram a circulação hidrodinâmica*” e “*Simulação do tempo de residência da água na lagoa, considerando picos de marés de sizígia e quadratura*”.

O estudo da circulação local foi realizado por meio de modelagem numérica, onde foram contemplados vários cenários: um correspondente ao estado atual do Complexo Lagunar e os outros cenários que representam algumas alternativas acerca das seções de dragagem, posicionamento e formato do guia corrente. Os resultados da modelagem hidrodinâmica foram avaliados a partir de dados coletados *in situ* em doze pontos do Sistema Lagunar. A descrição das alterações hidrodinâmicas geradas pelas intervenções estudadas, com base no Projeto de Recuperação Ambiental do Complexo Lagunar da Baixada de Jacarepaguá (PROJCONSULT, 2011), doravante denominado “projeto original”, bem como os dados e ferramentas utilizados para alcançar tais conclusões, encontram-se descritos nos itens a seguir.

Compõem o Complexo Lagunar as lagoas de Marapendi, Tijuca, Camorim e Jacarepaguá. Na **Figura 1.3.13-1** notar que as lagoas de Jacarepaguá e Tijuca se comunicam entre si através da Lagoa de Camorim. A Lagoa de Marapendi se interliga a Lagoa da Tijuca através do Canal de Marapendi. Já a Lagoa da Tijuca tem uma comunicação direta com o mar por meio do Canal da Joatinga.

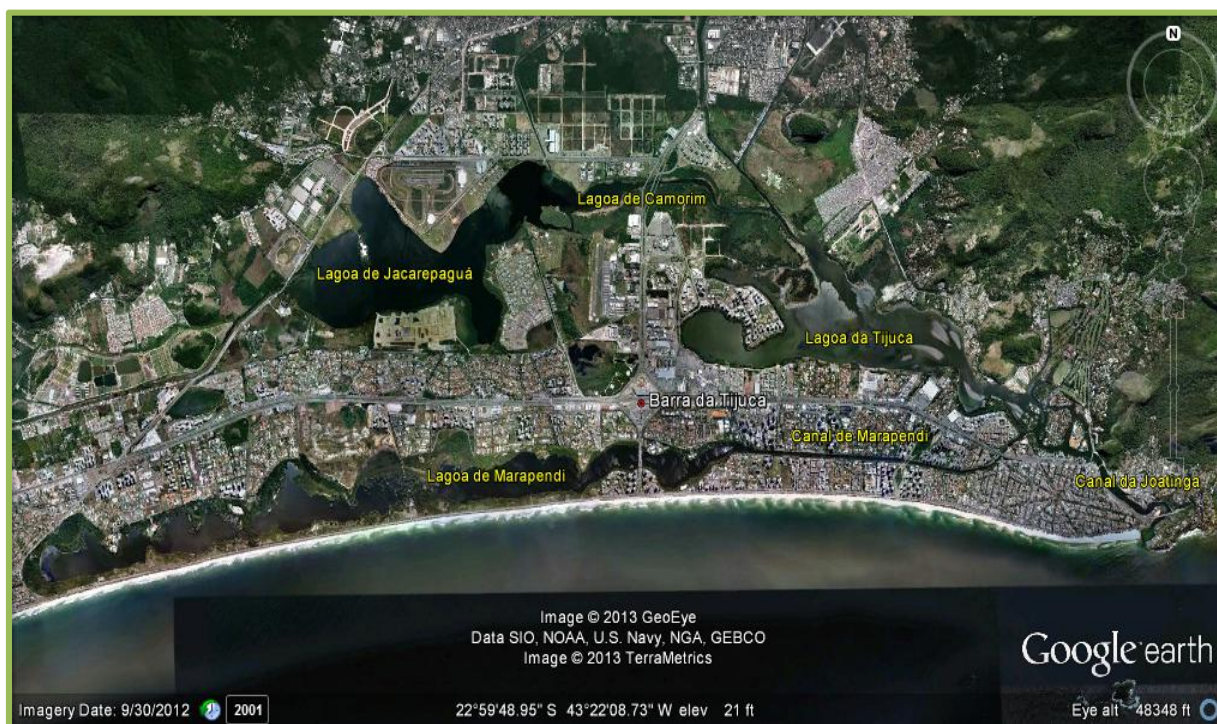


Figura 1.3.13-1: Localização do Complexo Lagunar na Bacia Hidrográfica da Baixada de Jacarepaguá.

Fonte: Google Earth™

O fato do Complexo Lagunar de Jacarepaguá ser interligado entre si e possuir uma comunicação direta com o mar, torna a água das lagoas salobra e faz com que seu nível sofra

a influência direta das variações de nível do mar geradas pela maré. Adicionalmente, os corpos hídricos que compõem o Sistema recebem o aporte de vários rios e canais da região.

O Complexo Lagunar ocupa uma área com cerca de 12,8 km² e é caracterizado por baixas profundidades médias, cerca de 60% de sua área apresenta profundidades inferiores a 1 m e 10% profundidades entre 5 e 12 m (MARQUES, 1990 apud SOARES, 1999). A partir de dados batimétricos recentes fornecidos pela contratante, foram calculados dados de profundidade média, área e outros parâmetros para cada lagoa que podem ser conferidos no Quadro a seguir.

Quadro 1.3.13-1: Valores morfométricos das lagoas de Jacarepaguá, Camorim, Tijuca e Marapendi baseados em dados topográficos constantes de projeto original.

Lagoa	Área(km ²)	Largura média (km)	Comprimento (km)	Perímetro(km)	Profundidade média(m)
Jacarepaguá	4,2	0,9	4,9	18	2,7
Camorim	0,2	0,1	1,8	5	2,2
Tijuca	3,2	0,8	3,9	20	2,8
Marapendi	3,4	0,5	9,9	35	1,7

▪ Metodologia

Para a análise hidrodinâmica do estado atual do Complexo Lagunar de Jacarepaguá e dos efeitos gerados pelas intervenções de dragagem, criação da ilha e prolongamento do guia corrente, foram realizadas simulações através do Modelo Hidrodinâmico 2DH, contido no Sistema Base de Hidrodinâmica Ambiental, SisBAHIA® (Item “Modelo Hidrodinâmico”).

A avaliação do modelo hidrodinâmico foi feita com dados coletados *in situ*. Por meio da avaliação foi possível observar uma correlação acima de 80%, entre o modelo e os dados coletados, para as velocidades zonais e meridionais através do método proposto em Wilmot & Wicks (1980).

Coleta de Dados

O procedimento em campo consistiu na instalação de um fundeio em cada lagoa, durante um período de aproximadamente 12 horas, para a obtenção de dados de velocidade a partir de um correntômetro da marca SonTek/YSI. O Quadro 1.2.13-2 apresenta as coordenadas geográficas de cada fundeio. De forma adicional, também foram coletados dados de

temperatura e salinidade em vários pontos do Sistema com medições a cada 1 m de profundidade por meio de um CTD (*Conductivity, Temperature and Depth*) da marca FSI. Os pontos de coleta de dados podem ser visualizados na Figura a seguir. Foram realizadas duas campanhas, a primeira no período seco (agosto/2012) e a outra no início do período chuvoso (outubro/2012), em ambas foram contemplados os períodos de sizígia e quadratura em cada lagoa, totalizando 12 dias de campo (Quadro 1.3.123-3).

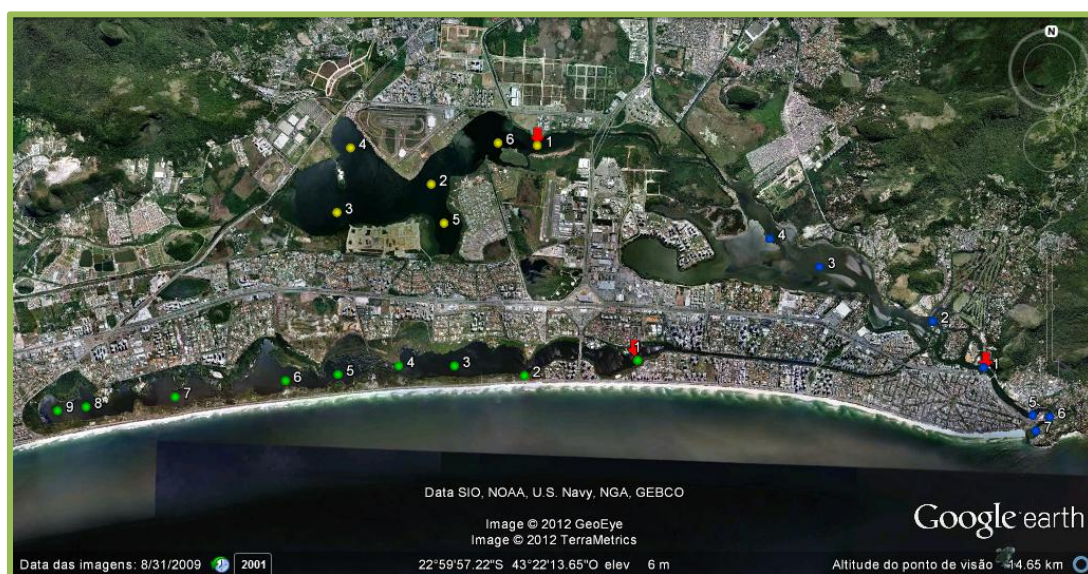


Figura 1.3.13-2: Localização das estações de CTD e dos fundeios realizados no Complexo Lagunar de Jacarepaguá. Os círculos em verde, amarelo e azul correspondem aos pontos de coleta com CTD nas lagoas de Marapendi, Jacarepaguá e Tijuca, respectivamente. Já as setas vermelhas correspondem aos pontos onde foi instalado o correntômetro.

Fonte: Google Earth™

Quadro 1.3.13-2: Localização, período e horário dos fundeios realizados no Complexo Lagunar de Jacarepaguá.

Lagoa	Período	Localização	Hora inicial	Hora final
Marapendi	Sizígia	23° 00' 25.5" S e 43° 21' 28.1" W	29/08/2012 7h e 35 min	29/08/2012 17h e 50 min
	Quadratura	23° 00' 25.8" S e 43° 21' 28.8" W	04/09/2012 6h e 05 min	04/09/2012 18h e 18 min
Tijuca	Sizígia	22° 58' 40.7" S e 43° 22' 27.1" W	30/08/2012 6h e 55 min	30/08/2012 19h e 00 min
	Quadratura	23° 00' 23" S e 43° 18' 15.4" W	05/09/2012 5h e 42 min	05/09/2012 18h e 15 min
Jacarepaguá	Sizígia	23° 00' 23.1" S e 43° 18' 15.4" W	31/08/2012 6h e 57 min	31/08/2012 17h e 25 min
	Quadratura	22° 58' 40.9" S e 43° 22' 27.9" W	06/09/2012 6h e 01 min	06/09/2012 17h e 32 min

Quadro 1.3.13-3: Número de estações e dias de coleta para o ano de 2012 com o CTD, no Complexo Lagunar de Jacarepaguá.

Lagoa	Período de Maré	Data	Número de Estações
Marapendi	Sizígia	29/08/12 e 03/10/12	9
	Quadratura	04/09/12 e 11/10/12	
Tijuca	Sizígia	30/08/12 e 02/10/12	8 (*)
	Quadratura	05/09/12 e 09/10/12	
Jacarepaguá	Sizígia	31/08/12 e 04/10/12	6
	Quadratura	06/09/12 e 10/10/12	

(*) No dia 30/08/12, foram realizadas apenas 7 estações, uma a menos do que o planejado, devido a dificuldades na navegação.

Modelo Hidrodinâmico

O **Sistema B**ase de **H**idrodinâmica**A**mbiental (SisBAHIA[®]) é um sistema da Fundação COPPETEC, órgão gestor de convênios e contratos de pesquisa da Coordenação de Programas de Pós Graduação em Engenharia (COPPE) da Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ. Tem sido amplamente utilizado em vários estudos e projetos de modelagem de corpos d'água naturais, sob diferentes cenários meteorológicos, oceanográficos, fluviais e lacustres. Todas as informações apresentadas nesta seção foram baseadas na Referência Técnica do SisBAHIA[®] (ROSMAN, 2002).

O SisBAHIA[®] possui um modelo hidrodinâmico de linhagem FIST (*Filtered in Space and Time*) – o FIST3D, cuja a discretização espacial otimizada permite uma ótima representação de contornos recortados e batimetrias complexas. A discretização espacial pode ser realizada via elementos finitos quadrangulares biquadráticos, triangulares quadráticos ou a combinação de ambos, todos de quarta ordem.

A discretização vertical da coluna de água usa diferenças finitas com transformação sigma, já a discretização temporal é realizada através de um esquema implícito de diferenças finitas, com erro de truncamento de segunda ordem.

O SisBAHIA[®] possui vários modelos integrados, são eles: modelo hidrodinâmico, de transporte euleriano, de qualidade de água e eutrofização, de transporte de sedimentos e evolução morfológica de fundo, de transporte lagrangeano (determinístico e probabilístico), de campo próximo para emissários e fontes pontuais, de geração de ondas, de propagação de ondas e de análise e previsão de marés.

Neste trabalho foi utilizado o módulo promediado na vertical (2DH) do modelo hidrodinâmico FIST3D. As equações governantes desse módulo são apresentadas a seguir:

$$\frac{\partial U}{\partial t} + U \frac{\partial U}{\partial x} + V \frac{\partial U}{\partial y} = -g \frac{\partial \zeta}{\partial x} - \frac{gH}{2\rho_0} \frac{\partial \bar{\rho}}{\partial x} + \frac{1}{\rho_0 H} \left(\frac{\partial H \bar{\tau}_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial H \bar{\tau}_{xy}}{\partial y} \right) + \frac{1}{\rho_0 H} (\tau_x^S - \tau_x^B) - \frac{U}{H} \sum q$$

Equação 1.3.13-1: Equação de quantidade de movimento 2DH para um escoamento integrado na vertical, na direção x.

$$\frac{\partial V}{\partial t} + U \frac{\partial V}{\partial x} + V \frac{\partial V}{\partial y} = -g \frac{\partial \zeta}{\partial y} - \frac{gH}{2\rho_0} \frac{\partial \bar{\rho}}{\partial y} + \frac{1}{\rho_0 H} \left(\frac{\partial H \bar{\tau}_{xy}}{\partial x} + \frac{\partial H \bar{\tau}_{yy}}{\partial y} \right) + \frac{1}{\rho_0 H} (\tau_y^S - \tau_y^B) - \frac{V}{H} \sum q$$

Equação 1.3.13-2: Equação de quantidade de movimento 2DH para um escoamento integrado na vertical, na direção y.

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial UH}{\partial x} + \frac{\partial VH}{\partial y} = \sum q$$

Equação 1.3.13-3: Equação da continuidade (do volume) integrada ao longo da vertical.

Onde x, y, z e t é a direção no sentido Leste/Oeste, Norte/Sul, vertical e o tempo, respectivamente; g é a aceleração da gravidade; ρ_0 é a densidade da água; $\bar{\rho}$ é a densidade da água promediada na coluna na vertical; ζ é a altura da superfície livre; $H(\zeta+h)$ é a altura da coluna de água; u e v são as velocidades zonais e meridionais promediadas na vertical; $\sum q$ é o somatório das vazões de evaporação, precipitação e infiltração e τ_i^S são as tensões de atrito na superfície livre e no fundo.

O atrito de superfície livre devido ao vento é escrito em termos da formulação de velocidade quadrática:

$$\tau_i^S = \rho_{ar} C_D W_{10}^2 \cos \theta_i; [i=1,2]$$

Equação 1.3.13-4: Cálculo do atrito de superfície livre devido ao vento.

Em que $i = 1$ representa a componente x e $i = 2$ a componente y , ρ_{ar} é a densidade do ar, C_D é o coeficiente de arraste do vento, W_{10} é o valor local da velocidade do vento medida a 10

metros acima da superfície livre e ϕ é o ângulo entre o vetor de velocidade do vento local e a direção X_i . A fórmula adotada no modelo para o coeficiente de arraste do vento (C_D) é a baseada em WU (1982):

$$C_D = (0,80 + 0,065 W_{10}) \times 10^{-3}, [W_{10} \text{ m/s}]$$

Equação 1.3.13-5: Equação do coeficiente de arraste do vento.

A tensão de atrito no fundo para o modelo 2DH é calculada a partir da seguinte equação:

$$\tau_i^B = \rho_0 \beta U_i [i = 1, 2]$$

Equação 1.3.13-6: Cálculo do atrito no fundo.

Onde $i=1$ representa a componente X e $i=2$ a componente Y . Para o caso do módulo 2DH não estar acoplado ao módulo 3D, estratégia essa adotada neste trabalho, o parâmetro β é empregado de acordo com a seguinte equação:

$$\beta = \frac{g}{C_h^2} \sqrt{U^2 + V^2}$$

Equação 1.3.13-7: Cálculo do parâmetro beta.

Em que C_h é o coeficiente de Chézy:

$$C_h = 18 \log_{10} \left(\frac{12H}{2\varepsilon} \right) = 18 \log_{10} \left(\frac{6H}{\varepsilon} \right)$$

Equação 1.3.13-8: Cálculo do coeficiente de Chézy.

Onde ε é a amplitude da rugosidade equivalente do fundo. Essa definição é variável no tempo e no espaço e depende diretamente de $\varepsilon(x, y)$ e de $H(x, y, t)$. Os valores recomendados para ε de acordo com a literatura encontram-se no Quadro 1.3.13-4 a seguir.

Quadro 1.3.13-4: Valores recomendados para a amplitude da rugosidade equivalente de fundo, ϵ , para uso no modelo 2DH do modelo FIST3D.

Fundo sedimentar (areia, terra, vasa, etc.)	
Fundo com transporte de sedimentos	0,0070 m < ϵ < 0,0500 m
Fundo com vegetação	0,0500 m < ϵ < 0,1500 m
Fundo com obstáculos	0,1500 m < ϵ < 0,4000 m
Fundo de pedra ou rochoso	
Fundo de alvenaria	0,0003 m < ϵ < 0,0010 m
Fundo de pedra lisa	0,0010 m < ϵ < 0,0030 m
Fundo de asfalto	0,0030 m < ϵ < 0,0070 m
Fundo com pedregulhos	0,0070 m < ϵ < 0,0150 m
Fundo com seixos rolados	0,0150 m < ϵ < 0,0400 m
Fundo com pedras	0,0400 m < ϵ < 0,1000 m
Fundo com rochas	0,1000 m < ϵ < 0,2000 m
Fundo de concreto	
Fundo de concreto liso	0,0001 m < ϵ < 0,0005 m
Fundo de concreto inacabado	0,0005 m < ϵ < 0,0030 m
Fundo de concreto antigo	0,0030 m < ϵ < 0,0100 m

Fonte: (ABBOT e BASCO, 1989 apud ROSMAN, 2002)

O modelo de turbulência para o escoamento 2DH é baseado na proposta de ROSMAN & GOBI (1990), onde as tensões turbulentas, τ_{ij} , são predominantemente dissipativas:

$$\frac{\tau_y}{\rho_0} = \underbrace{\frac{\Lambda_k^2}{24} \left(\left| \frac{\partial U_i}{\partial x_k} \right| \left| \frac{\partial U_j}{\partial x_k} \right| + \frac{\partial U_i}{\partial x_k} \frac{\partial U_j}{\partial x_k} \right)}_{\text{termos de filtragem}} + \underbrace{(D_H + D_V) \left(\frac{\partial U_i}{\partial x_j} + \frac{\partial U_j}{\partial x_i} \right)}_{\text{difusão turbulenta e dispersão horizontal de momentum}}$$

Equação 1.3.13-9: Equação do cálculo das tensões turbulentas.

Onde, $i, j = 1, 2$ e $k = 1, 2, 3$ com $k = 3$ e $x = 3$ correspondendo ao tempo t . Os parâmetros $\Lambda_k = \alpha_k \Delta x_k$ são escalas de largura de filtragem local na dimensão x_k , sendo α_k uma constante que calibra a quantidade de dissipação dada pelos termos de filtragem. Valores usuais para α_k estão entre 0,25 e 2,0. Ou seja, as escalas de largura Λ_k não são homogêneas, a menos que a malha ou grade numérica seja homogênea. D_H é o coeficiente de viscosidade turbulenta, promediado na vertical no plano horizontal e D_V é o coeficiente de dispersão horizontal da quantidade de movimento.

Os termos de filtragem da Equação 1.3.13-9 se comportam como tensões de turbulência auto ajustáveis na escala submalha. Em malhas de elementos finitos não estruturados, tipo de malha empregada neste trabalho, a dissipação provocada por esses termos é em função da escala resolvível local.

A modelagem com áreas que podem sofrer alagamento e secamento em função da variação no nível de água pode ser realizada através de três métodos: método rugoso-poroso (MRP), método de meio poroso (MMP) e método do filme superficial (MFS). O método aplicado a este trabalho foi o MRP, nesse define-se a cada ponto a cota superior da zona de transição (z_{TS}).

$$z_{TS}(x,y) = -h(x,y) + E_{RP}$$

Equação 1.3.13-10: Cota superior na zona de transição.

Em que E_{RP} é a espessura da camada rugosa-porosa.

Considerando a situação do escoamento e efeitos da camada rugosa – porosa, define-se uma batimetria com porosidade $h_p(x,y,t)$ e uma amplitude da rugosidade equivalente com porosidade ε_p da seguinte forma:

» Caso 1: escoamento em meio fluido: $\zeta > z_{TS}$

$$\begin{aligned} h_p(x,y) &= h(x,y) \\ \varepsilon_p(x,y) &= \varepsilon(x,y) \end{aligned}$$

Equação 1.3.13-11: Batimetria com porosidade e amplitude da rugosidade para o escoamento em meio fluido.

» Caso 2: escoamento em transição: $-h \leq \zeta \leq z_{TS}$

$$\begin{aligned} h_p(x,y) &= -\zeta + E_{RP} \\ \varepsilon_p(x,y) &= \frac{\varepsilon(x,y - rE_{RP})}{E_{RP}} (\zeta + H) + rE_{RP} \end{aligned}$$

Equação 1.3.13-12: Batimetria com porosidade e amplitude da rugosidade para o escoamento em transição.

» Caso 3: escoamento em meio rugoso poroso: $\zeta < -h$

$$h_p(x,y) = -\zeta + E_{RP}$$

$$\varepsilon_p(x,y) = rE_{RP}$$

Equação 1.3.13-13: Batimetria com porosidade e amplitude da rugosidade para o escoamento em meio poroso rugoso.

Onde r é o fator de rugosidade.

No MRP e no MMP a batimetria e a amplitude da rugosidade em meio fluido, caso 1 acima, não são afetadas pela camada equivalente de escoamento do meio poroso.

Com as opções de alagamento e secamento no MRP e no MMP, a altura da coluna de água, H , passa a ser computada de acordo com a equação a seguir.

$$H = \zeta + h_p$$

Equação 1.3.13-14: Cálculo da altura da coluna de água quando as condições de alagamento e secamento do meio rugoso poroso ou método de meio poroso estão habilitados.

▪ Dados Coletados in situ

A ação dos ventos, da vazão afluente dos rios e da maré astronômica são fatores preponderantes na determinação da circulação hidrodinâmica dentro do Complexo Lagunar de Jacarepaguá. Adicionalmente, as lagoas sofrem influência direta da circulação litorânea adjacente, a partir do Canal da Joatinga.

De acordo com CEDAE (1987), a circulação litorânea próxima à Barra da Tijuca é para oeste, quando os ventos predominantes são para nordeste e para leste, quando há a predominância de ventos de sudoeste, além de sofrer também a influência de correntes produzidas pela maré, que oscila aproximadamente a cada 13 horas na região.

A partir de uma modelagem numérica implementada com dados batimétricos de 1977, Falcão (1995) caracteriza a onda de maré na entrada do Canal da Joatinga como progressiva, apresentando elevações superiores a 0,5 m e velocidades em torno de 0,70 m/s.

Ao entrar no Complexo Lagunar, a onda de maré sofre uma diminuição gradual de sua altura devido ao efeito do atrito com o fundo e com as margens. Como consequência disso, Falcão

(1995) verificou uma perda de carga da ação da maré de cerca de 80% na entrada da Lagoa da Tijuca, com defasagem em torno de 1h. Já nas entradas das lagoas de Jacarepaguá e Marapendi a perda de carga é de cerca de 90% e a defasagem da onda em torno de 2h em Marapendi e 3h e 30 min em Jacarepaguá.

As campanhas de coleta de dados foram planejadas de maneira a se obter informações durante a sizígia e a quadratura, para dois períodos: o seco e o chuvoso. Por conta disso, foram organizadas duas campanhas. A primeira foi feita em um período seco (final de agosto e início de setembro), onde foram feitas coletas durante a sizígia (29 a 31/08/2012) e a quadratura (04 a 06/09/2012). A segunda campanha, correspondente ao período chuvoso, foi realizada de 02 a 04/10/2012 (sizígia) e de 9 a 11/10/2012 (quadratura).

O fundeio com o correntômetro foi instalado na entrada dos canais que interligam cada lagoa, coletando dados por cerca de 12 horas para cada período de sizígia e quadratura das duas campanhas de coleta.

Para cada período de sizígia e quadratura das duas campanhas, foram coletados dados de temperatura e salinidade em pontos fixos de cada lagoa. Para checar a variação desses parâmetros físicos em diferentes fases da onda de maré, foram obtidos dados duas vezes por dia em cada lagoa.

Para simplificar a leitura, doravante trataremos as coletas de salinidade e temperatura em diferentes fases da onda de maré, como MANHÃ e TARDE, uma vez que foram nesses períodos do dia em que os dados foram coletados. Os dados de salinidade e temperatura serão apresentados fazendo referência ao nível da maré na saída do Canal da Joatinga.

Em cada turno (manhã e tarde) foram feitas coletas em diferentes instantes de maré. De maneira geral, em cada lagoa, as coletas ocorreram em instantes defasados de até 2 horas. A indicação do instante de maré apresentado nas figuras com resultados de salinidade e temperatura (como por exemplo na **Figura 1.3.13-4**) corresponde ao instante intermediário entre a primeira e a última coleta realizada na lagoa indicada. Os instantes exatos de cada coleta podem ser consultados no **Anexo 1-24 – Volume III**.

Campanhas de Coleta na Lagoa de Marapendi

iv. Campanha 1

A **Figura 1.3.13-3** exibe os pontos de coleta de dados na Lagoa de Marapendi na Campanha 1 durante a sizígia. As cores dos círculos representam uma média na vertical de salinidade. Como os perfis tridimensionais de salinidade (S) e temperatura (T), nos períodos de sizígia e quadratura, estão apresentados na **Figura 1.3.13-5** e na **Figura 1.3.13-6**, optou-se por não apresentar os mapas com os valores promediados na vertical para o período de quadratura. O mapa exibido na **Figura 1.3.13-3** também serve para uma visualização bidimensional das posições das coletas na Lagoa de Marapendi. Na **Figura 1.3.13-4** são apresentadas as curvas de elevação da maré nos momentos de coleta, durante a sizígia e a quadratura.

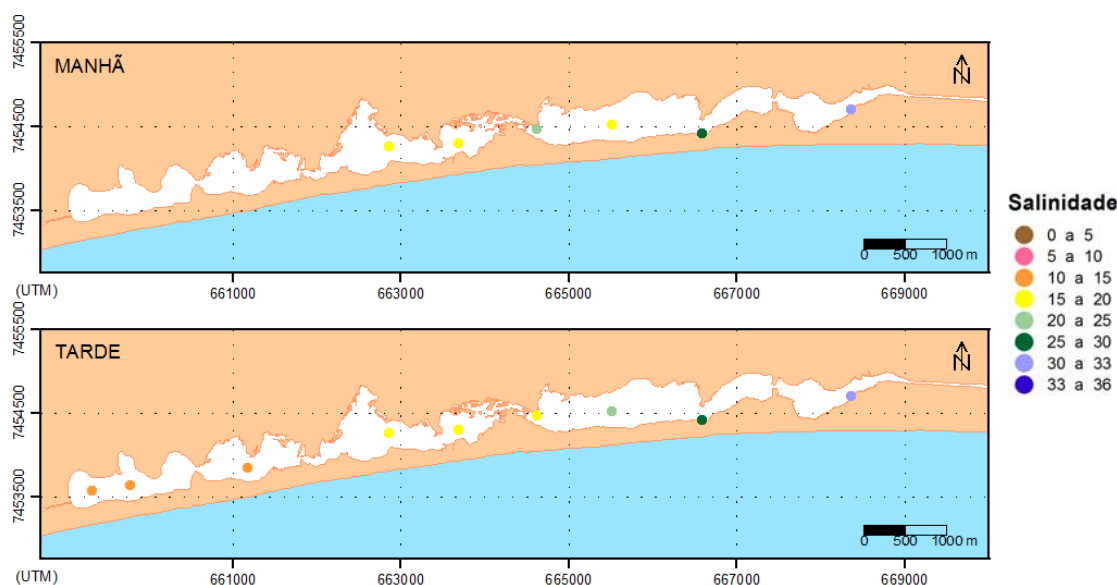


Figura 1.3.13-3: Pontos de coleta na Lagoa de Marapendi. As cores dos círculos denotam a média na vertical de salinidade durante a coleta de sizígia na Campanha 1.

A partir da **Figura 1.3.13-5** e da **Figura 1.3.13-6** é possível notar a intrusão de água do mar, mais fria e salina, chegando através do Canal de Marapendi (CM). Durante a sizígia valores de salinidade em torno de 30 e 36 são observados na entrada do canal com uma diminuição gradativa até o outro extremo da lagoa, aonde esta recebe o fluxo do Canal das Taxas (CT), com valores entre 10 e 15 (**Figura 1.3.13-5.a** e **Figura 1.3.13-5.b**). A temperatura por sua vez,

apresenta valores entre 17°C e 19°C próximo à entrada do CM e em torno de 23°C e 24°C em sua porção central e oeste (**Figura 1.3.13-6.a e Figura 1.3.13-6.b**).

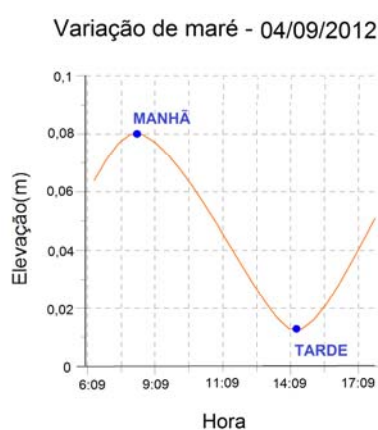
A quadratura é caracterizada por uma distribuição horizontal de salinidade semelhante à observada na sizígia, mas com valores de salinidade menores na segunda camada (**Figura 1.3.13-5.c e Figura 1.3.13-5.d**). Em contrapartida, a temperatura é aproximadamente homogênea, em torno de 22°C e 24°C, em toda a extensão da lagoa nas camadas de um e dois metros de profundidade. Apenas em três metros de profundidade que houve o registro de valores com cerca de 18°C e 19°C na entrada do CM (**Figura 1.3.13-6.c e Figura 1.3.13-6.d**).

Os gradientes horizontais e verticais de T e S mostram que a água do mar não alcança de forma efetiva a porção oeste da lagoa, apenas sua porção centro-este e em camadas mais profundas, por conta da diferença de densidade entre as águas.

O menor gradiente vertical e horizontal de T, encontrado na quadratura, mostra uma camada de mistura maior alcançando até dois metros de profundidade. A partir dos perfis de S, é possível notar uma estratificação horizontal menor na quadratura que na sizígia. Não foram observadas diferenças significativas entre enchente e vazante.



(a) Curva de maré na Sizígia



(b) Curva de maré na Quadratura

Figura 1.3.13-4: Curva de maré nos dias de coleta na Lagoa de Marapendi. Os pontos em azul (MANHÃ e TARDE) indicam a hora média da coleta dos dados de temperatura e salinidade em diferentes fases da onda de maré. a. Curva de maré na coleta de sizígia em 29/08/2012, b. Curva de maré na coleta de quadratura em 04/09/2012.

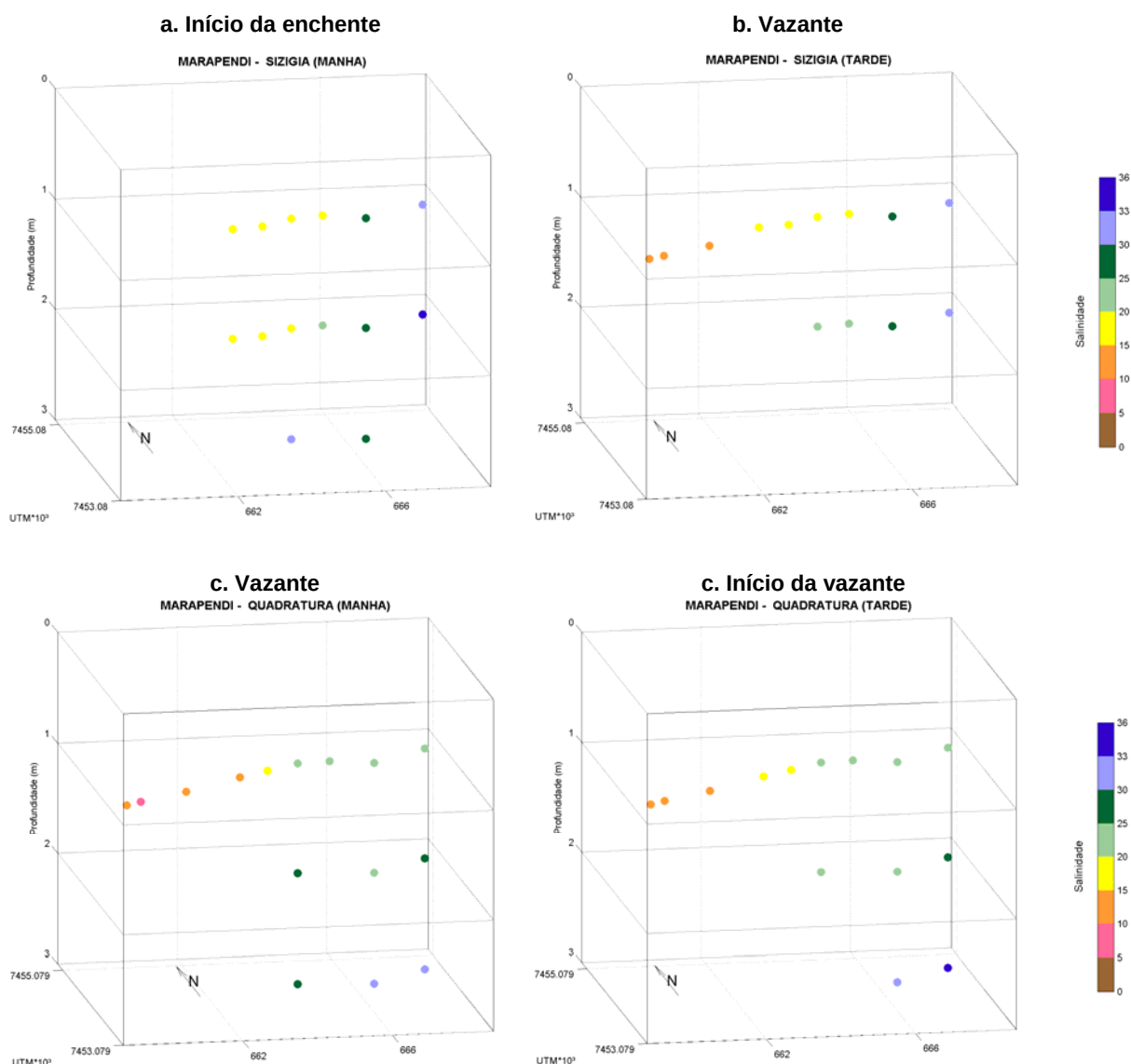


Figura 1.3.13-5: Distribuição vertical de salinidade na Lagoa de Marapendi, durante a 1ª Campanha de coleta, realizada nos dias 29 a 31/08/2012 (sizígia) e 4 a 6/09/2012 (quadratura). Os gráficos referem-se ao período de: (a) sizígia, na parte da manhã; (b) sizígia, na parte da tarde; (c) quadratura, na parte da manhã; (d) quadratura, na parte da tarde.

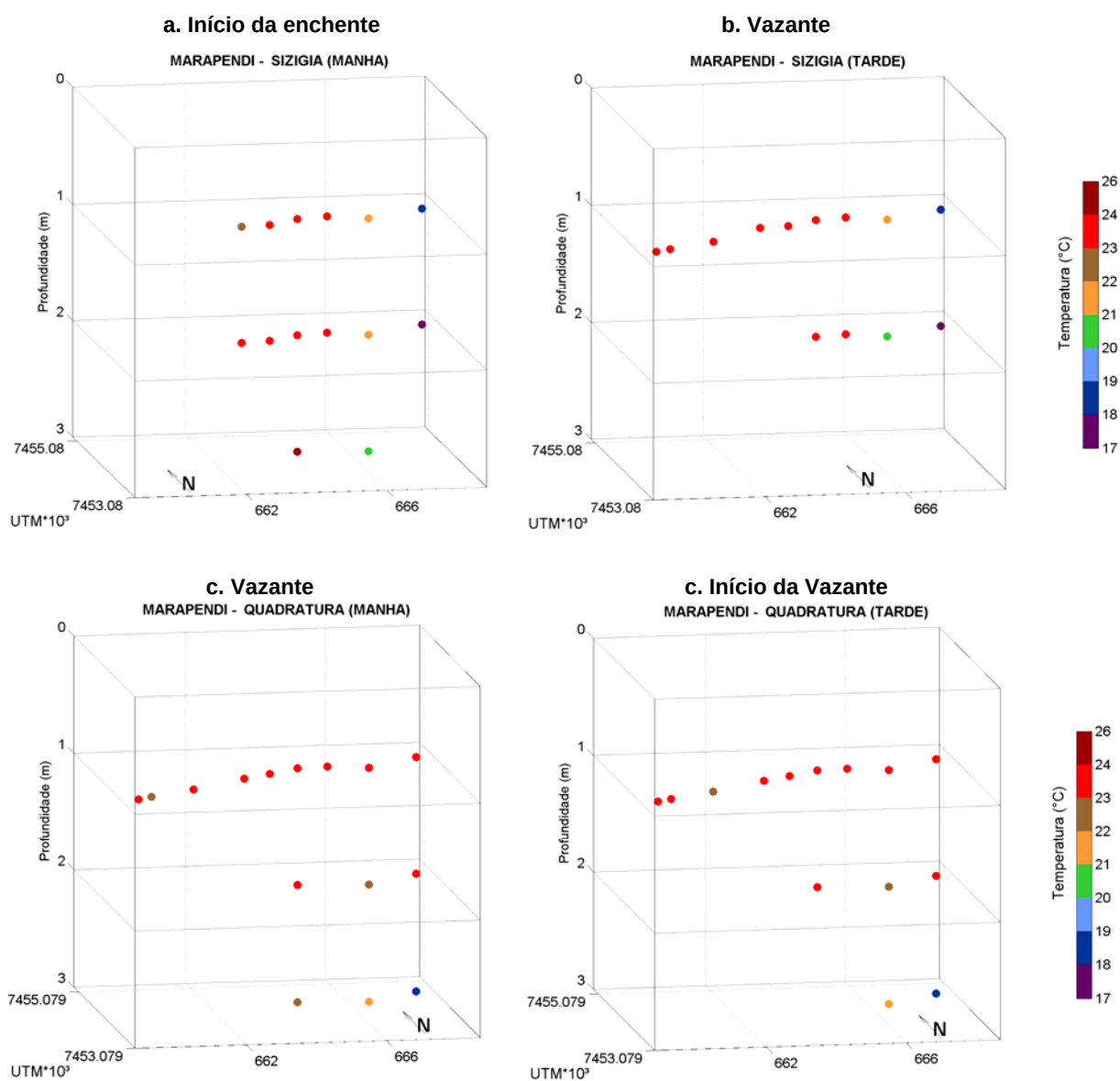


Figura 1.3.13-6: Distribuição vertical de temperatura na Lagoa de Marapendi, durante a 1ª Campanha de coleta, realizada nos dias 29 a 31/08/2012 (sizígia) e 4 a 6/09/2012 (quadratura). Os gráficos referem-se ao período de: (a) sizígia, na parte da manhã; (b) sizígia, na parte da tarde; (c) quadratura, na parte da manhã; (d) quadratura, na parte da tarde.

v. Campanha 2

A **Figura 1.3.13-7** exibe os pontos de coleta de dados na Lagoa de Marapendi na Campanha 2 durante a sizígia. As cores dos círculos representam uma média na vertical de salinidade. Como os perfis tridimensionais de salinidade (S) e temperatura (T), nos períodos de sizígia e quadratura estão apresentados na **Figura 1.3.13-9** e na **Figura 1.3.13-10**, optou-se por não apresentar os mapas com os valores promediados na vertical para o período de quadratura. O mapa exibido na **Figura 1.3.13-7** também serve para uma visualização bidimensional das posições das coletas na Lagoa de Marapendi. Na **Figura 1.3.13-8** são apresentadas as curvas de elevação da maré nos momentos de coleta, durante a sizígia e a quadratura.

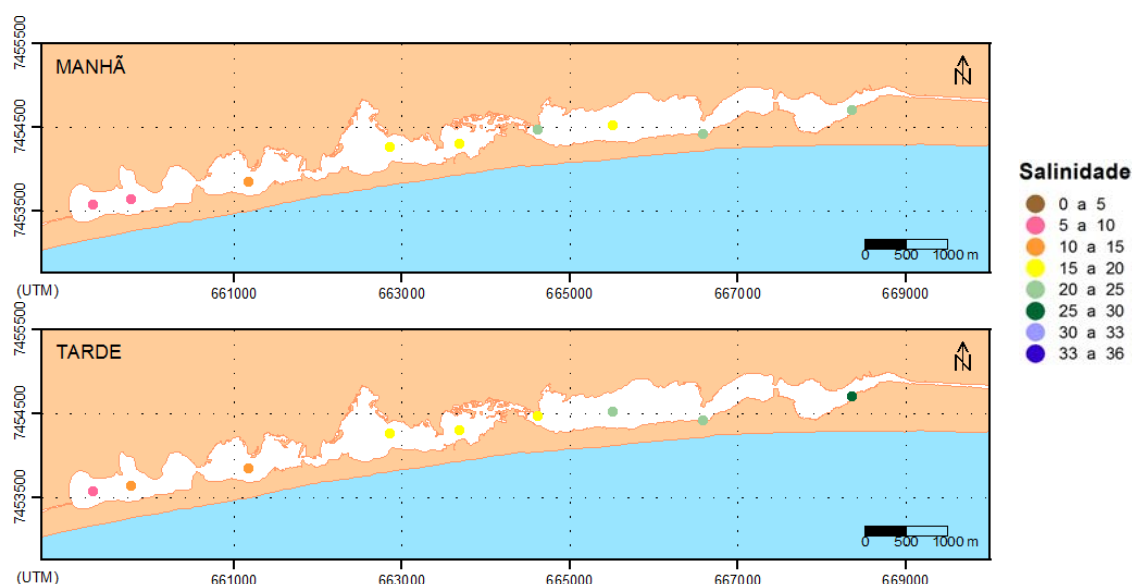


Figura 1.3.13-7: Pontos de coleta na Lagoa de Marapendi. As cores dos círculos denotam a média na vertical de salinidade durante a coleta de sizígia na Campanha 2.

A partir da **Figura 1.3.13-9** e da **Figura 1.3.13-10** é possível notar que a variação horizontal de T e S encontrada na Campanha 1 manteve o mesmo padrão durante a Campanha 2: gradiente horizontal de S (T) diminuindo (aumentando) do CM em direção ao CT. Durante a sizígia valores de salinidade em torno de 25 e 30 são observados na entrada do CM, na profundidade de 3 m, enquanto que nas profundidades de 1 e 2 m a salinidade máxima está entre 20 e 25. O fluxo do CT influencia o outro extremo da lagoa, que apresenta valores de salinidade entre 5 e 10 (**Figura 1.3.13-9.a** e **Figura 1.3.13-10.b**). Em relação à temperatura, no período da manhã, os valores variaram de 22°C a 24°C próximo ao CM e de 24°C a 26°C na porção centro-oeste da lagoa. Já no período da tarde as temperaturas em superfície foram mais altas, variando de

26°C a 28°C próximo ao CM e de 28°C a 30°C no outro extremo da lagoa (**Figura 1.3.13-10.a e Figura 1.3.13-10.b**).

A distribuição de salinidade na quadratura foi semelhante à observada na sizígia, mas com valores maiores, atingindo a classe de 30 a 33 na camada de 3 m próximo ao CM (**Figura 1.3.13-9.c e Figura 1.3.13-9.d**). A temperatura é de 20°C a 24°C na entrada do CM e varia para 26°C a 30°C na porção centro-oeste da lagoa (**Figura 1.3.13-10.c e Figura 1.3.13-10.d**).

A influência da água do mar ficou mais restrita à porção leste da lagoa que na Campanha 1. As salinidades registradas durante a Campanha 2 foram menores do que na campanha anterior, possivelmente devido ao aumento de precipitação no período.



(a) . Curva de maré na Sizígia



(b) Curva de maré na Quadratura

Figura 1.3.13-8: Curva de maré nos dias de coleta na Lagoa de Marapendi. Os pontos em azul (MANHÃ e TARDE) indicam a hora média da coleta dos dados de temperatura e salinidade em diferentes fases da onda de maré. a. Curva de maré na coleta de sizígia em 03/10/2012, b. Curva de maré na coleta de quadratura em 11/10/2012.

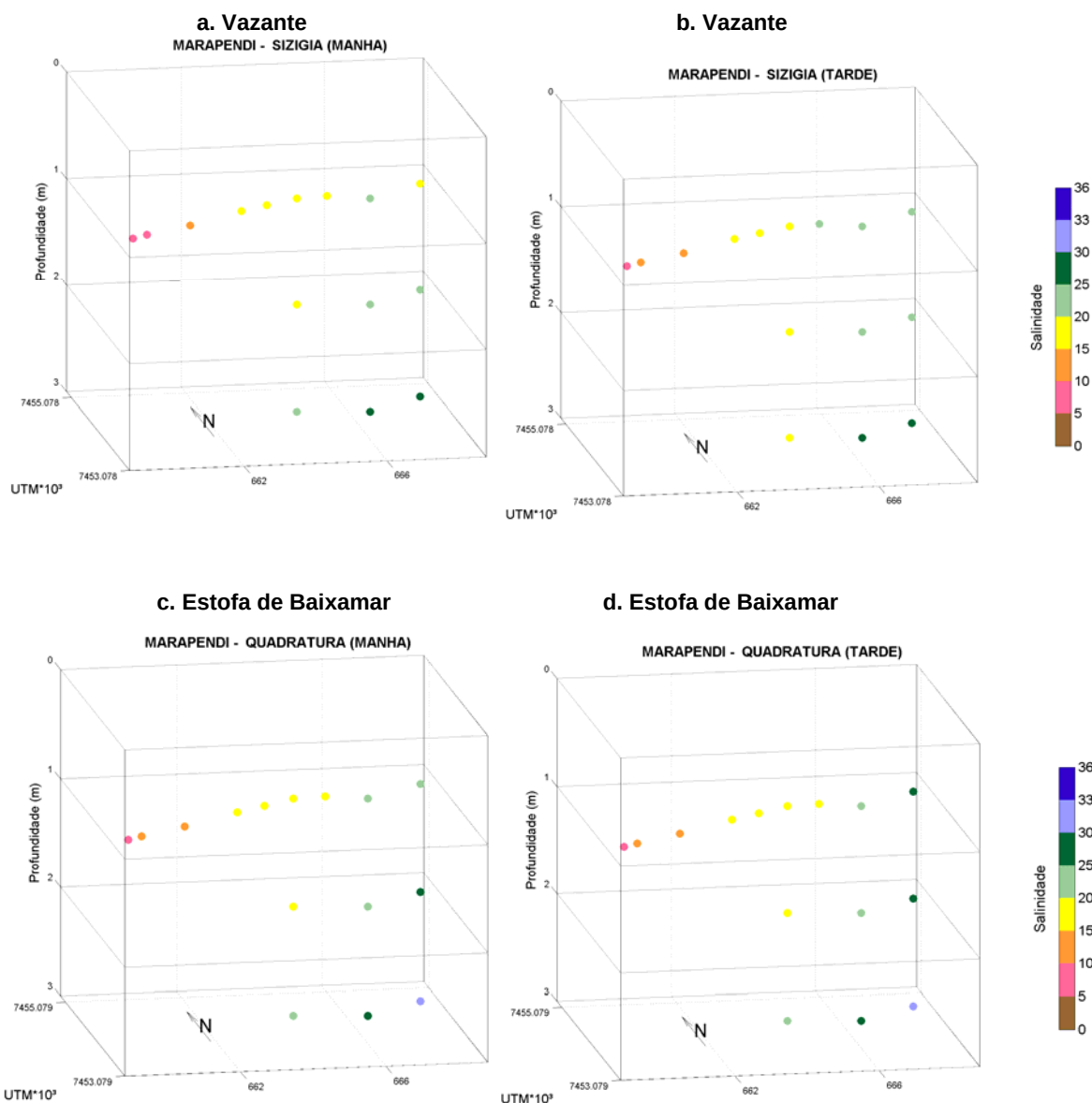


Figura 1.3.13-9: Distribuição vertical de salinidade na Lagoa de Marapendi durante a 2ª Campanha de coleta, realizada nos dias 2 a 3/10/2012 (sizígia) e 9 a 11/10/2012 (quadratura). Os gráficos referem-se ao período de: (a) sizígia, na parte da manhã; (b) sizígia, na parte da tarde; (c) quadratura, na parte da manhã; (d) quadratura, na parte da tarde.

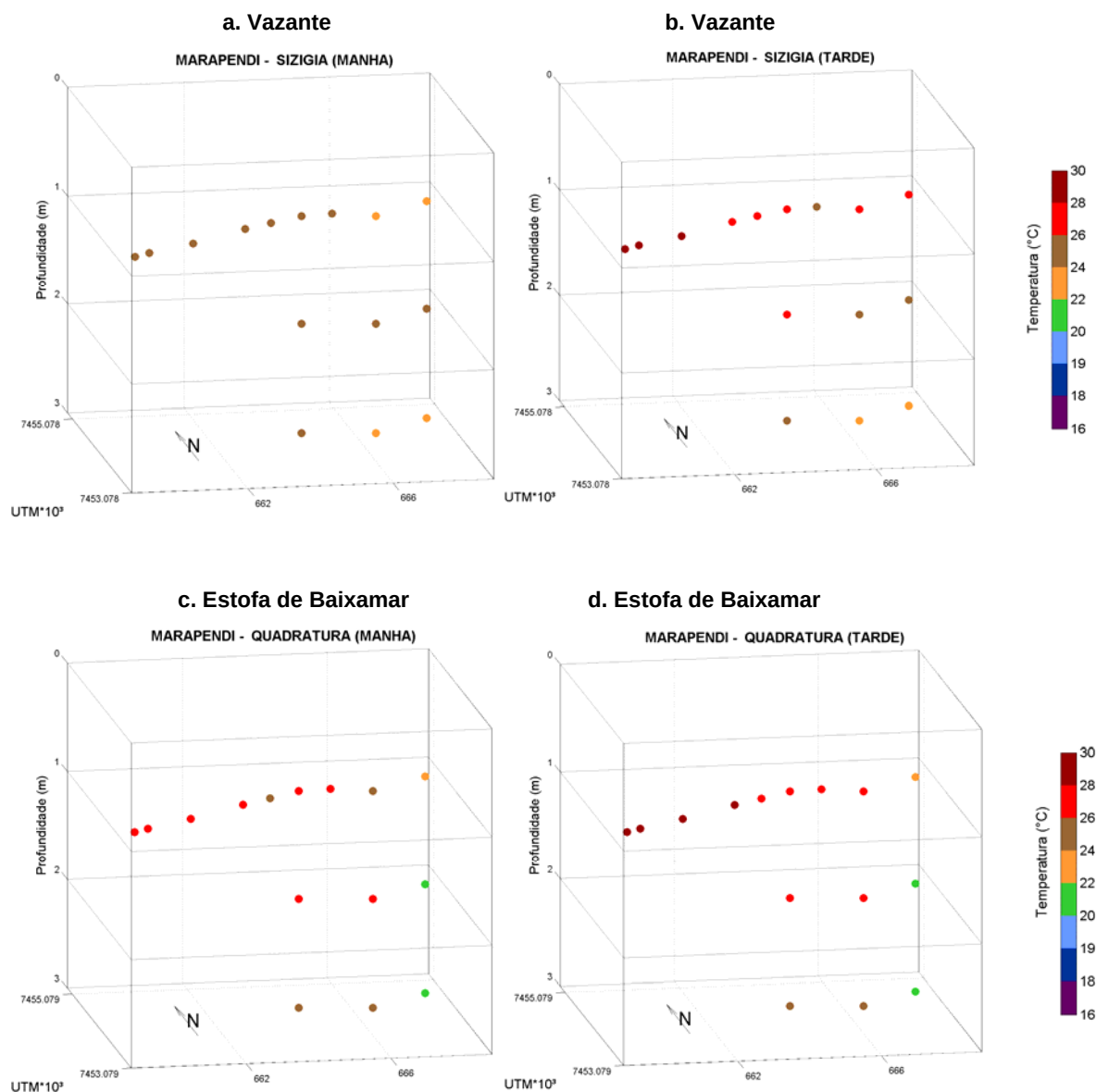


Figura 1.3.13-10: Distribuição vertical de temperatura na Lagoa de Marapendi durante a 2ª Campanha de coleta, realizada nos dias 2 a 3/10/2012 (sizígia) e 9 a 11/10/2012 (quadratura). Os gráficos referem-se ao período de: (a) sizígia, na parte da manhã; (b) sizígia, na parte da tarde; (c) quadratura, na parte da manhã; (d) quadratura, na parte da tarde.

Campanhas de Coleta na Lagoa da Tijuca

i. Campanha 1

A **Figura 1.3.13-11** exibe os pontos de coleta de dados na Lagoa da Tijuca na Campanha 1 durante a sizígia. As cores dos círculos representam uma média na vertical de salinidade. Como os perfis tridimensionais de salinidade (S) e temperatura (T), nos períodos de sizígia e quadratura, estão apresentados na Figura 1.3.13-13 e na Figura 1.3.13-14, optou-se por não apresentar os mapas com os valores promediados na vertical para o período de quadratura. O mapa exibido na também serve para uma visualização bidimensional das posições das coletas na Lagoa da Tijuca. Na **Figura 1.3.13-12** são apresentadas as curvas de elevação da maré nos momentos de coleta, durante a sizígia e a quadratura.

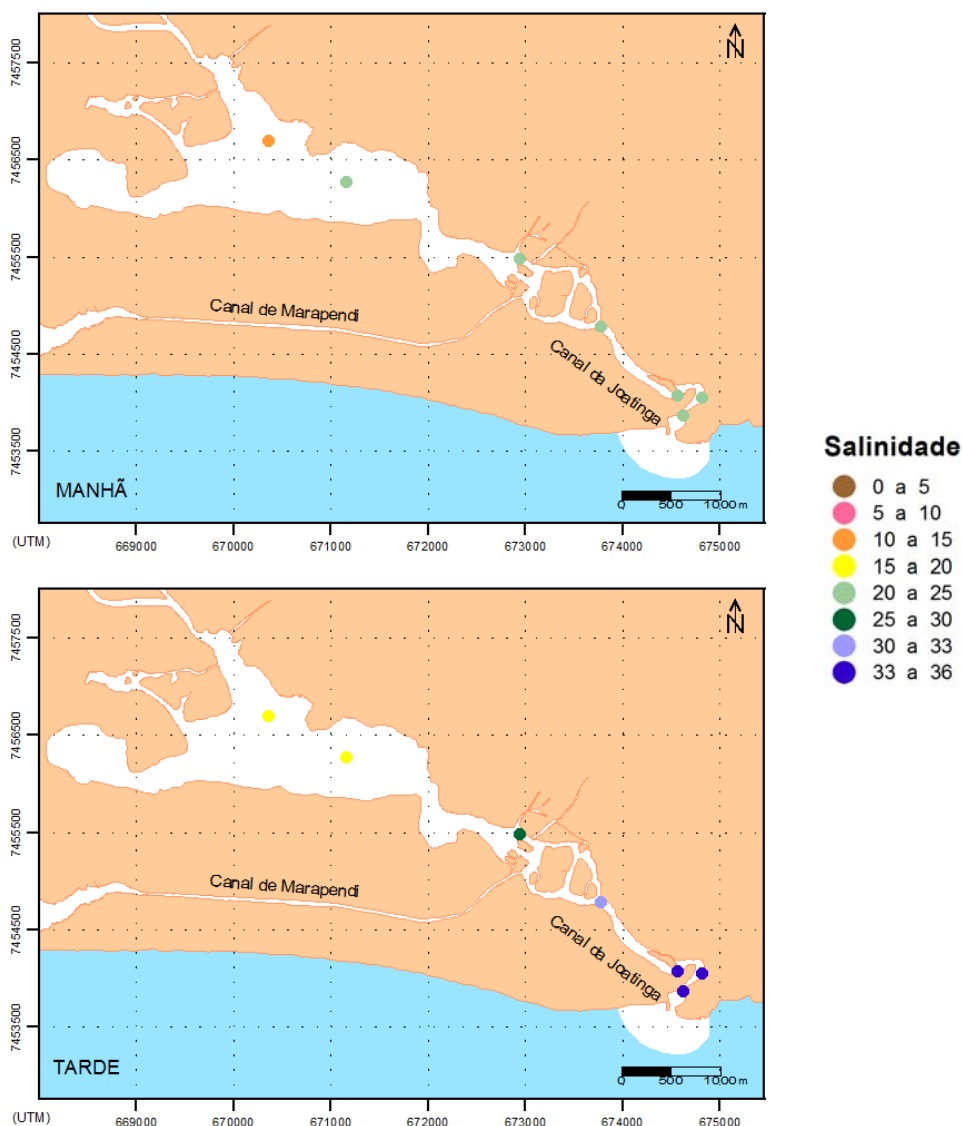


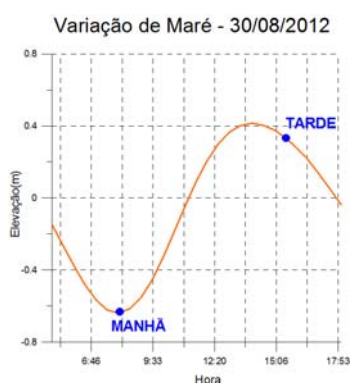
Figura 1.3.13-11: Pontos de coleta na Lagoa da Tijuca. As cores dos círculos denotam a média na vertical de salinidade durante a coleta de sizígia na Campanha 1.

O Complexo Lagunar de Jacarepaguá se comunica com o mar por meio do Canal da Joatinga. Esse é o local que mais sente a influência das variações de nível geradas pela maré e onde foram encontradas as maiores magnitudes de velocidade do sistema (**Figura 1.3.13-28**).

De uma forma geral, em toda a extensão do Canal da Joatinga a salinidade varia entre 20 e 36, ao chegar na Lagoa da Tijuca esses valores diminuem gradativamente em direção à Lagoa de Camorim, com valores entre 10 e 15 (**Figura 1.3.13-13.a** e **Figura 1.3.13-13.b**). A distribuição horizontal de T segue o mesmo padrão, com valores em torno de 17°C e 19°C, próximo à

entrada do CJ que aumentam gradativamente entre 20°C e 26°C em direção ao interior do Complexo Lagunar (**Figura 1.3.13-14.a e Figura 1.3.13-14.b**).

O período de quadratura durante a enchente apresentou um campo de T e S homogêneo tanto horizontalmente quanto verticalmente, valores de salinidade em torno de 33 e 36 e de temperatura em torno de 19°C e 20°C, mostram a intrusão da água do mar até o fim do Canal da Joatinga e valores de salinidade superiores aos encontrados no período de sizígia dentro da Lagoa da Tijuca. A entrada do Canal da Joatinga apresentou os menores valores de salinidade durante a estufa de baixamar de sizígia. Na entrada da Lagoa de Camorim os valores variaram entre 10 e 15 em todos os períodos, exceto na vazante de quadratura.



(a) Curva de maré na Sizígia



(b) Curva de maré na Quadratura

Figura 1.3.13-12: Curva de maré nos dias de coleta na Lagoa da Tijuca. Os pontos em azul (MANHÃ e TARDE) indicam a hora média da coleta dos dados de temperatura e salinidade em diferentes fases da onda de maré. A. Curva de maré na coleta de sizígia em 30/08/2012, b. Curva de maré na coleta de quadratura em 05/09/2012.

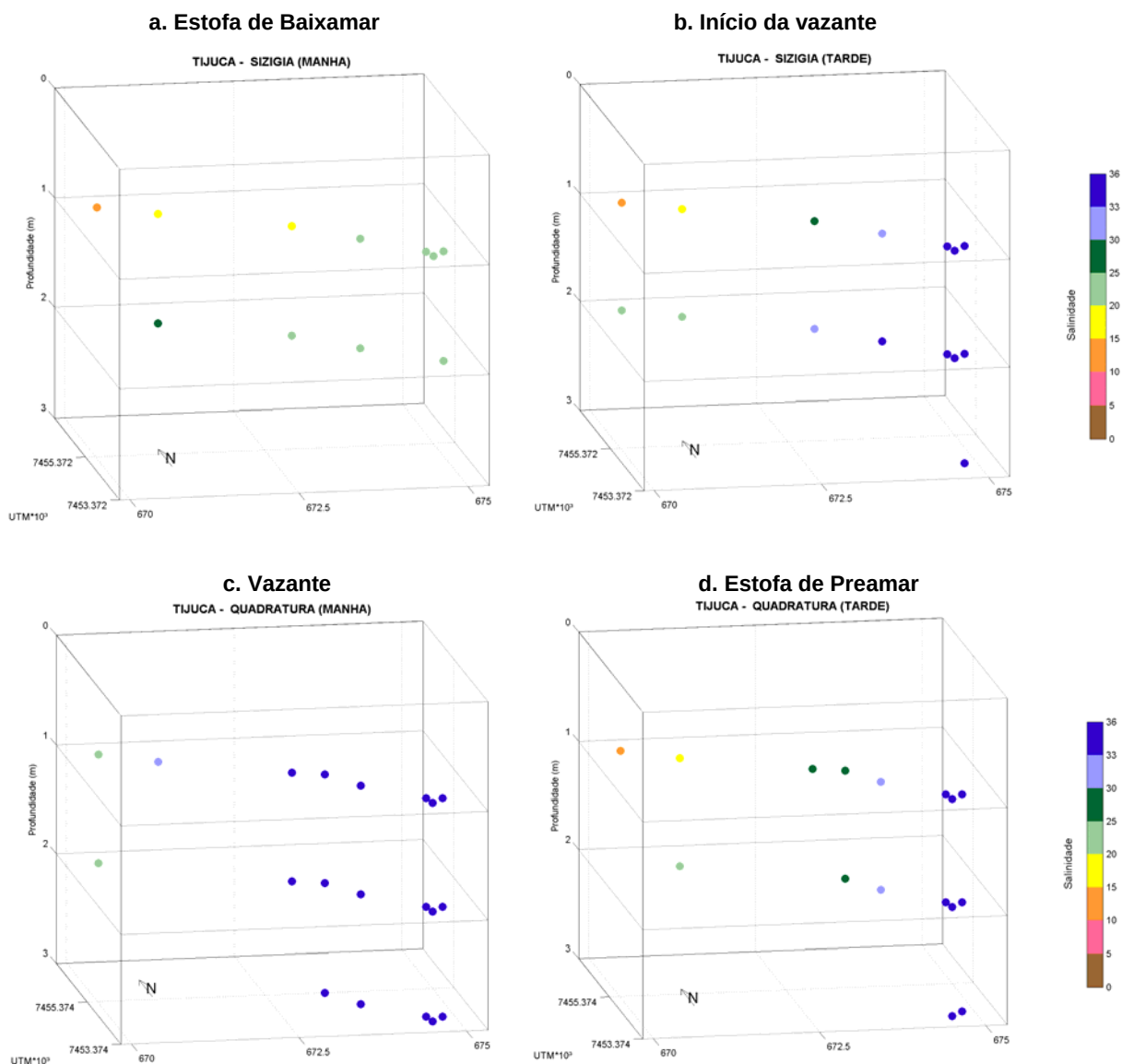


Figura 1.3.13-13: Distribuição vertical de salinidade na Lagoa da Tijuca, durante a 1ª Campanha de coleta, realizada nos dias 29 a 31/08/2012 (sizígia) e 4 a 6/09/2012 (quadratura). Os gráficos referem-se ao período de: (a) sizígia, na parte da manhã; (b) sizígia, na parte da tarde; (c) quadratura, na parte da manhã; (d) quadratura, na parte da tarde.

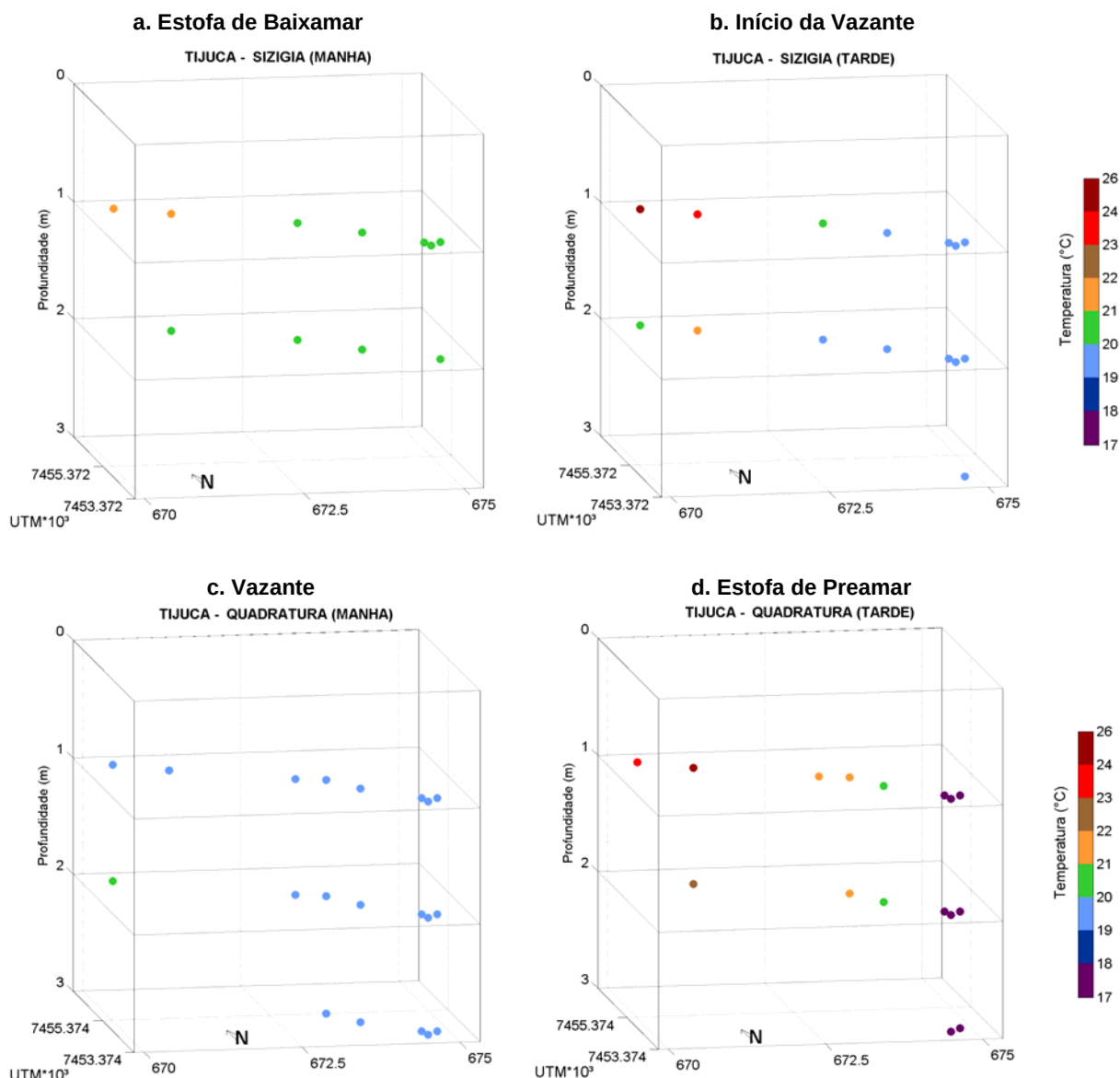


Figura 1.3.13-14: Distribuição vertical de temperatura na Lagoa da Tijuca, durante a 1ª Campanha de coleta, realizada nos dias 29 a 31/08/2012 (sizígia) e 4 a 6/09/2012 (quadratura). Os gráficos referem-se ao período de: (a) sizígia, na parte da manhã; (b) sizígia, na parte da tarde; (c) quadratura, na parte da manhã; (d) quadratura, na parte da tarde.

ii. Campanha 2

A **Figura 1.3.13-15** exibe os pontos de coleta de dados na Lagoa da Tijuca na Campanha 2 durante a sizígia. As cores dos círculos representam uma média na vertical de salinidade. Como os perfis tridimensionais de salinidade (S) e temperatura (T), nos períodos de sizígia e quadratura, estão apresentados na **Figura 1.3.13-17** e na **Figura 1.3.13-18**, optou-se por não apresentar os mapas com os valores promediados na vertical para o período de quadratura. O mapa exibido na **Figura 1.3.13-15** também serve para uma visualização bidimensional das posições das coletas na Lagoa da Tijuca. Na **Figura 1.3.13-16** são apresentadas as curvas de elevação da maré nos momentos de coleta, durante a sizígia e a quadratura.

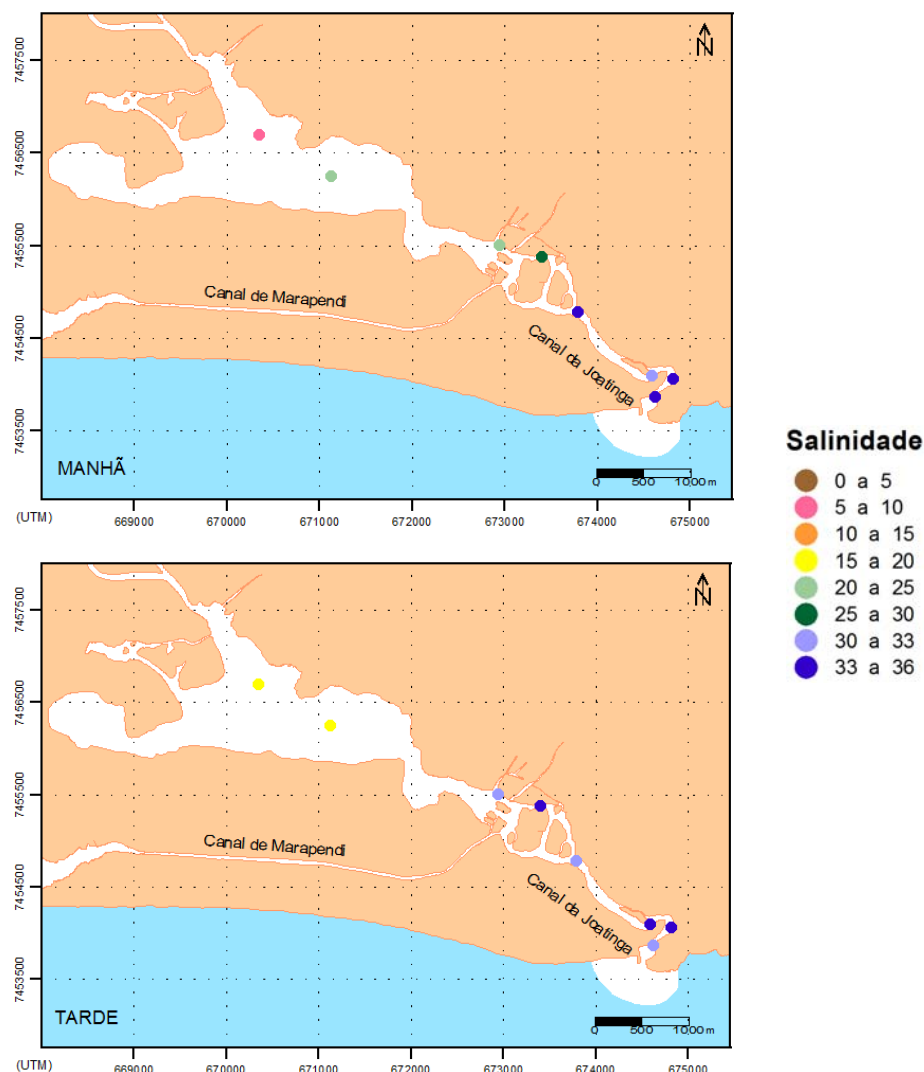


Figura 1.3.13-15: Pontos de coleta na Lagoa da Tijuca. As cores dos círculos denotam a média na vertical de salinidade durante a coleta de sizígia na Campanha 2.

Durante a sizígia, a salinidade varia entre 15 e 36 ao longo do Canal da Joatinga e, ao chegar na Lagoa da Tijuca esses valores diminuem gradativamente em direção à Lagoa de Camorim durante a vazante, atingindo valores entre 5 e 10 durante a tarde e entre 0 e 5 durante a manhã (**Figura 1.3.13-17.a** e **Figura 1.3.13-17.b**). Valores entre 30 e 33 são observados na porção central da lagoa, indicando o avanço da água do mar. A distribuição horizontal de T segue o mesmo padrão, com valores em torno de 16°C a 19°C, próximo à entrada do Canal da Joatinga que aumentam gradativamente entre 22°C e 28°C em direção ao interior do Complexo Lagunar de Jacarepaguá (**Figura 1.3.13-18.a** e **Figura 1.3.13-18.b**).

O período de quadratura durante a manhã apresentou um campo de T e S mais homogêneo tanto horizontalmente quanto verticalmente. Os valores de salinidade foram os mais baixos, entre 5 e 20 no Canal da Joatinga e entre 0 e 5 próximo à Lagoa de Camorim (**Figura 1.3.13-17.c**). Já no período da tarde, a variação de salinidade foi mais parecida com a verificada na sizígia, com valores de 33 a 36 no Canal da Joatinga e de 5 a 10 no interior do Complexo Lagunar (**Figura 1.3.13-17.d**).

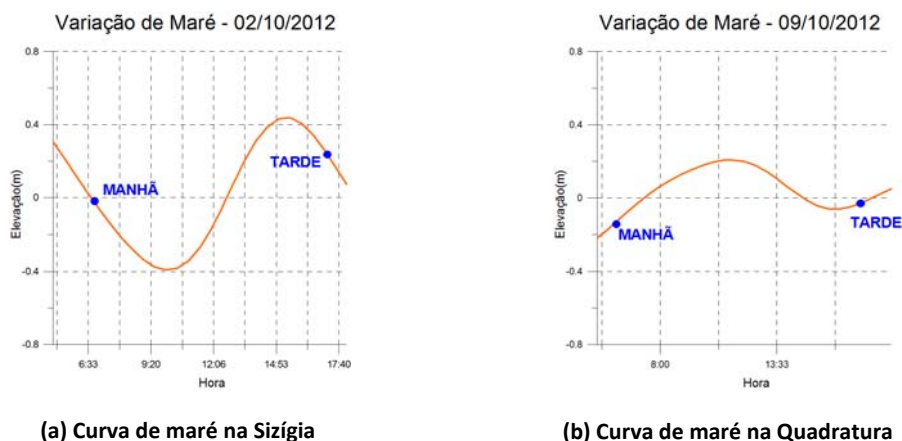


Figura 1.3.13-16: Curva de maré nos dias de coleta na Lagoa da Tijuca. Os pontos em azul (MANHÃ e TARDE) indicam a hora média da coleta dos dados de temperatura e salinidade em diferentes fases da onda de maré. a. Curva de maré na coleta de sizígia em 02/10/2012, b. Curva de maré na coleta de quadratura em 09/10/2012.

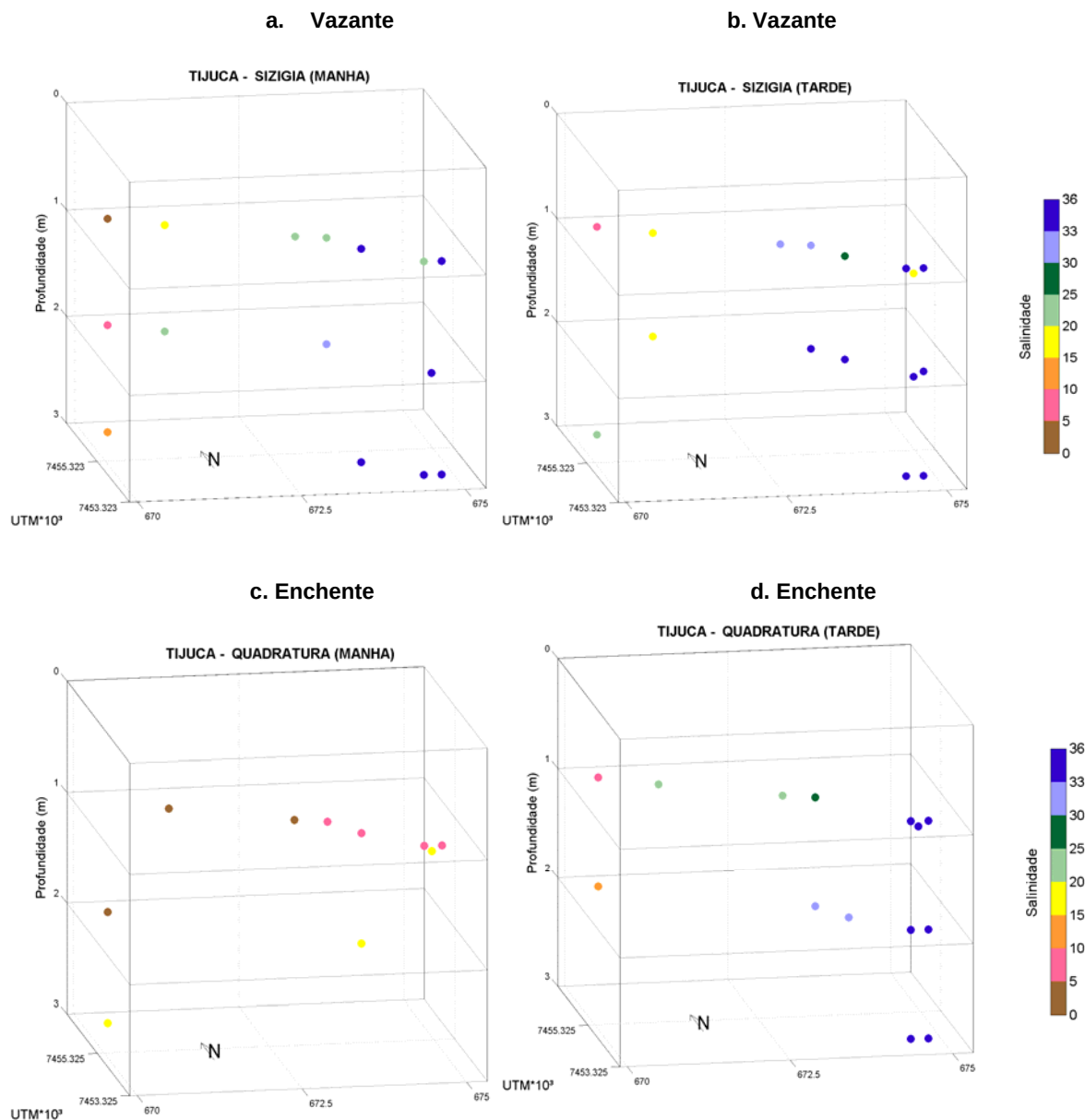


Figura 1.3.13-17: Distribuição vertical de salinidade na Lagoa da Tijuca durante a 2ª Campanha de coleta, realizada nos dias 2 a 3/10/2012 (sizígia) e 9 a 11/10/2012 (quadratura). Os gráficos referem-se ao período de: (a) sizígia, na parte da manhã; (b) sizígia, na parte da tarde; (c) quadratura, na parte da manhã; (d) quadratura, na parte da tarde.

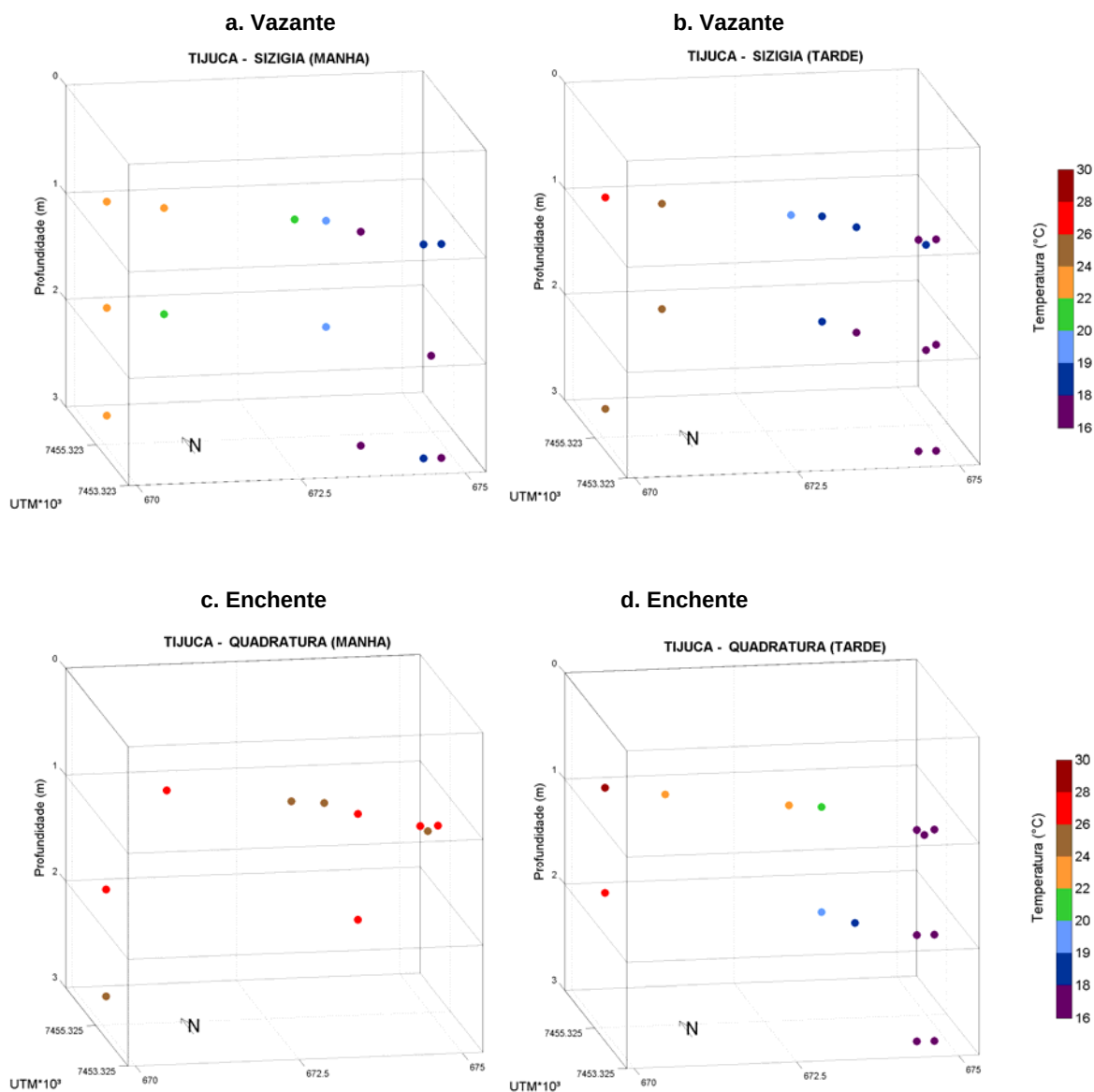


Figura 1.3.13-18: Distribuição vertical de temperatura na Lagoa da Tijuca, durante a 2ª Campanha de coleta, realizada nos dias 2 a 3/10/2012 (sizígia) e 9 a 11/10/2012 (quadratura). Os gráficos referem-se ao período de: (a) sizígia, na parte da manhã; (b) sizígia, na parte da tarde; (c) quadratura, na parte da manhã; (d) quadratura, na parte da tarde.

Campanhas de Coleta na Lagoa de Jacarepaguá

i. Campanha 1

A **Figura 1.3.13-19** exibe os pontos de coleta de dados na Lagoa de Jacarepaguá na Campanha 1 durante a sizígia. As cores dos círculos representam uma média na vertical de salinidade. Como os perfis tridimensionais de salinidade (S) e temperatura (T), nos períodos de sizígia e quadratura, estão apresentados na **Figura 1.3.13-21** e na **Figura 1.3.13-22**, optou-se por não apresentar os mapas com os valores promediados na vertical para o período de quadratura. O mapa exibido na **Figura 1.3.13-19** também serve para uma visualização bidimensional das posições das coletas na Lagoa da Tijuca. Na **Figura 1.3.13-20** são apresentadas as curvas de elevação da maré nos momentos de coleta, durante a sizígia e a quadratura.

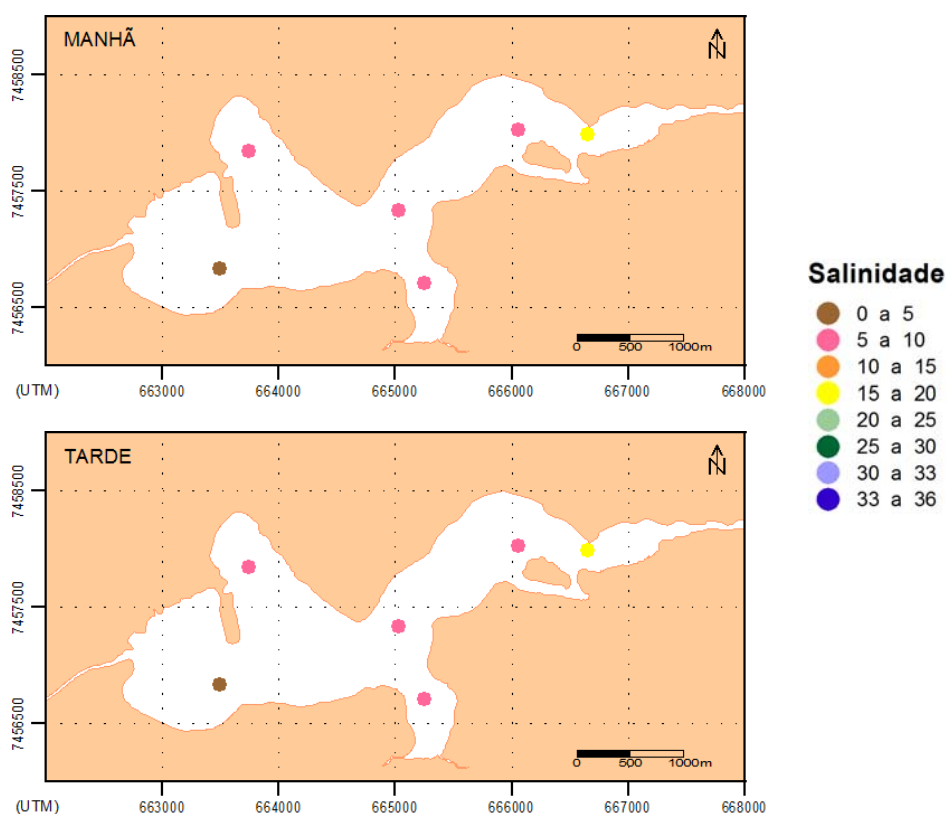


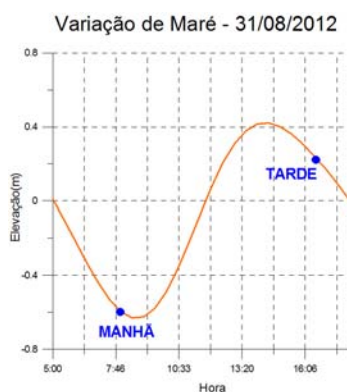
Figura 1.3.13-19: Pontos de coleta na Lagoa da Jacarepaguá. As cores dos círculos denotam a média na vertical de salinidade durante a coleta de sizígia na Campanha 1.

Os menores valores de salinidade do Complexo foram registrados na Lagoa de Jacarepaguá. Assim como em Marapendi e Tijuca, em Jacarepaguá o período de sizígia registrou valores mais altos de salinidade do que o período de quadratura.

O gradiente horizontal de salinidade é em torno de 10 na primeira camada e 25 nas demais. A porção leste da lagoa é a mais salina apresentando valores entre 5 e 25. Já o gradiente horizontal de temperatura na camada 1 é em torno de 3°C com os menores valores próximos a Lagoa de Camorim e os maiores na porção oeste da Lagoa de Jacarepaguá.

A terceira camada apresentou 2°C de variação horizontal e os maiores valores de salinidade. De uma forma geral, foram registrados próximos a Camorim valores em torno de 25, a porção central apresentou dados entre 10 e 15, já na porção oeste a salinidade não ultrapassou o valor de 10.

A partir da **Figura 1.3.13-21** e da **Figura 1.3.13-22** é possível notar que na quadratura a camada de mistura vai até 2 m de profundidade. As maiores temperaturas foram registradas na quadratura.



(a) Curva de maré na Sizígia



(b) Curva de maré na Quadratura

Figura 1.3.13-20: Curva de maré nos dias de coleta na Lagoa de Jacarepaguá. Os pontos em azul (MANHÃ e TARDE) indicam a hora média da coleta dos dados de temperatura e salinidade em diferentes fases da onda de maré. a. Curva de maré na coleta de sizígia em 31/08/2012, b. Curva de maré na coleta de quadratura em 06/09/2012.

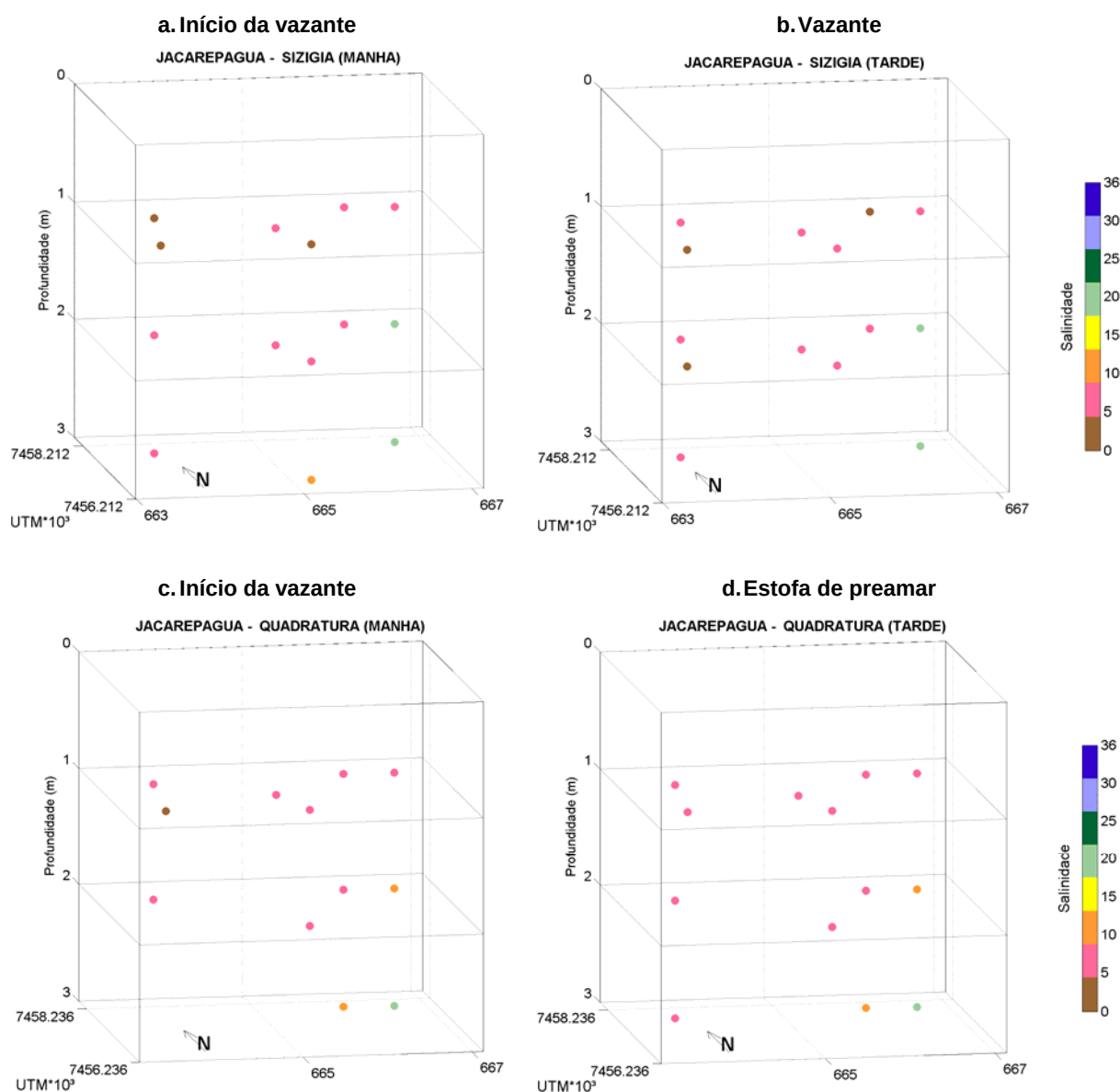


Figura 1.3.13-21: Distribuição vertical de salinidade na Lagoa de Jacarepaguá, durante a 1ª Campanha de coleta, realizada nos dias 29 a 31/08/2012 (sizígia) e 4 a 6/09/2012 (quadratura). Os gráficos referem-se ao período de: (a) sizígia, na parte da manhã; (b) sizígia, na parte da tarde; (c) quadratura, na parte da manhã; (d) quadratura, na parte da tarde.

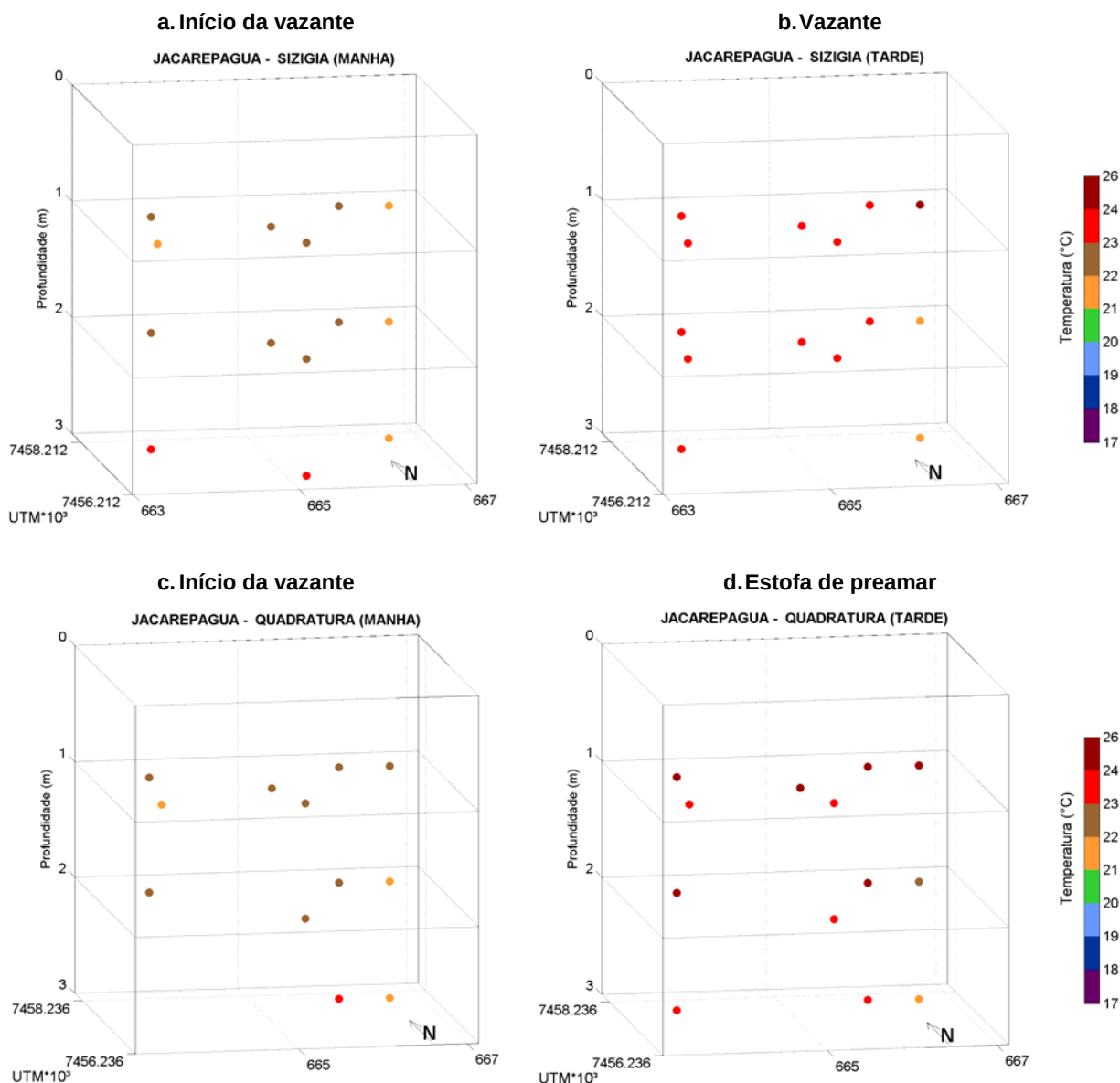


Figura 1.3.13-22: Distribuição vertical de temperatura na Lagoa de Jacarepaguá, durante a 1ª Campanha de coleta, realizada nos dias 29 a 31/08/2012 (sizígia) e 4 a 6/09/2012 (quadratura). Os gráficos referem-se ao período de: (a) sizígia, na parte da manhã; (b) sizígia, na parte da tarde; (c) quadratura, na parte da manhã; (d) quadratura, na parte da tarde.

ii. Campanha 2

A **Figura 1.3.13-23** exibe os pontos de coleta de dados na Lagoa de Jacarepaguá na Campanha 2 durante a sizígia. As cores dos círculos representam uma média na vertical de salinidade. Como os perfis tridimensionais de salinidade (S) e temperatura (T), nos períodos de sizígia e quadratura, estão apresentados na **Figura 1.3.13-25** e na **Figura 1.3.13-26**, optou-se por não apresentar os mapas com os valores promediados na vertical para o período de

quadratura. O mapa exibido na **Figura 1.3.13-23** também serve para uma visualização bidimensional das posições das coletas na Lagoa da Tijuca. Na **Figura 1.3.13-24** são apresentadas as curvas de elevação da maré nos momentos de coleta, durante a sizígia e a quadratura.

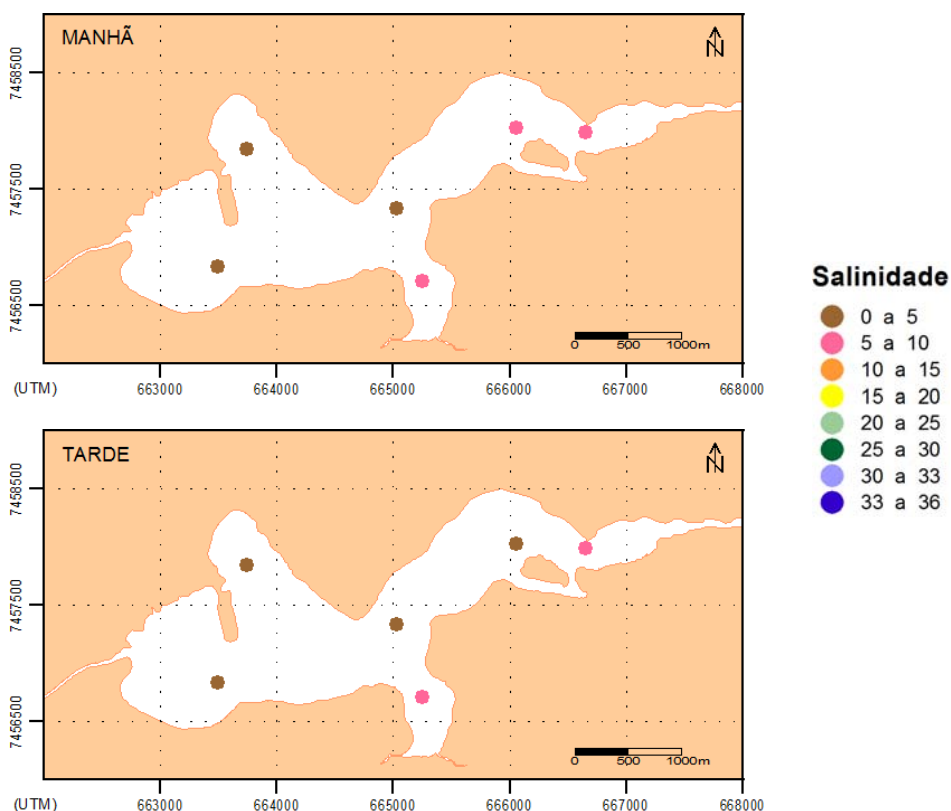


Figura 1.3.13-23: Pontos de coleta na Lagoa da Jacarepaguá. As cores dos círculos denotam a média na vertical de salinidade durante a coleta de sizígia na Campanha 2.

Nesta campanha, os valores de salinidade para a Lagoa de Jacarepaguá foram menores que na Campanha 1, variando de 10 a 15 na camada de 3 m na porção leste da lagoa para 0 a 5 na camada de 1 m em toda a extensão durante o período de sizígia (**Figura 1.3.13-25.a** e **Figura 1.3.13-25.b**). Na quadratura, não houve registros suficientes para registrar a variação horizontal (**Figura 1.3.13-25.c** e **Figura 1.3.13-25.d**). O gradiente horizontal de salinidade é de no máximo 5 enquanto o gradiente horizontal de temperatura é de 0 a 4°C.

Na sizígia, a distribuição de temperatura no período da manhã foi bem homogênea nas duas primeiras camadas, com a maioria dos valores entre 24°C e 26°C, e valores entre 22°C e 24°C na camada de 3 m (**Figura 1.3.13-26.a**). No período da tarde, temperaturas entre 28°C e 30°C

foram observadas próximo à Lagoa de Camorim (**Figura 1.3.13-26.b**). A quadratura apresentou um padrão de variação de temperatura similar ao registrado na sizígia.



(a) Curva de maré na Sizígia



(b) Curva de maré na Quadratura

Figura 1.3.13-24: Curva de maré nos dias de coleta na Lagoa de Jacarepaguá. Os pontos em azul (MANHÃ e TARDE) indicam a hora média da coleta dos dados de temperatura e salinidade em diferentes fases da onda de maré. a. Curva de maré na coleta de sizígia em 04/10/2012, b. Curva de maré na coleta de quadratura em 10/10/2012.

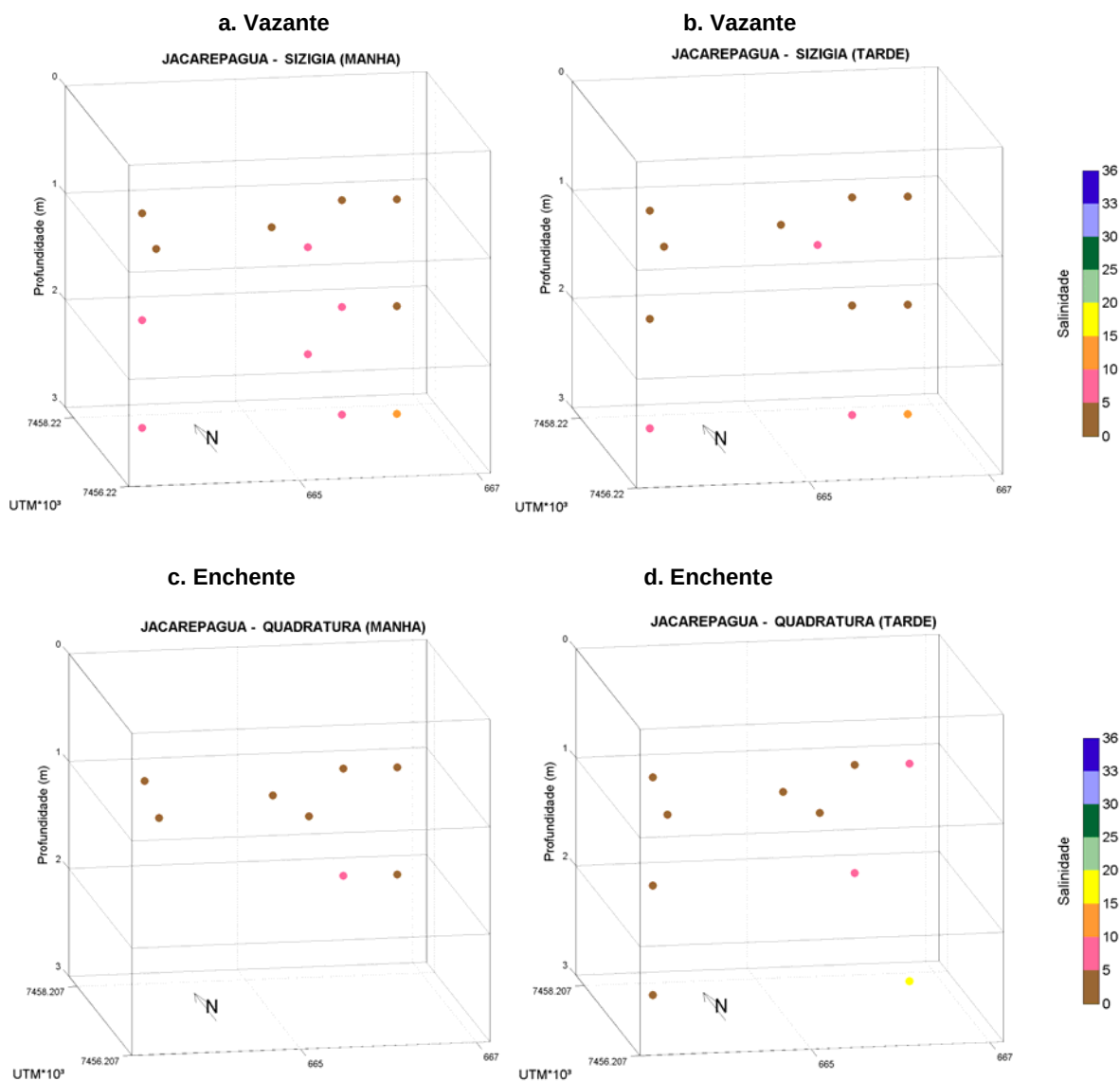


Figura 1.3.13-25: Distribuição vertical de salinidade na Lagoa de Jacarepaguá, durante a 2ª Campanha de coleta, realizada nos dias 2 a 3/10/2012 (sizígia) e 9 a 11/10/2012 (quadratura). Os gráficos referem-se ao período de: (a) sizígia, na parte da manhã; (b) sizígia, na parte da tarde; (c) quadratura, na parte da manhã; (d) quadratura, na parte da tarde.

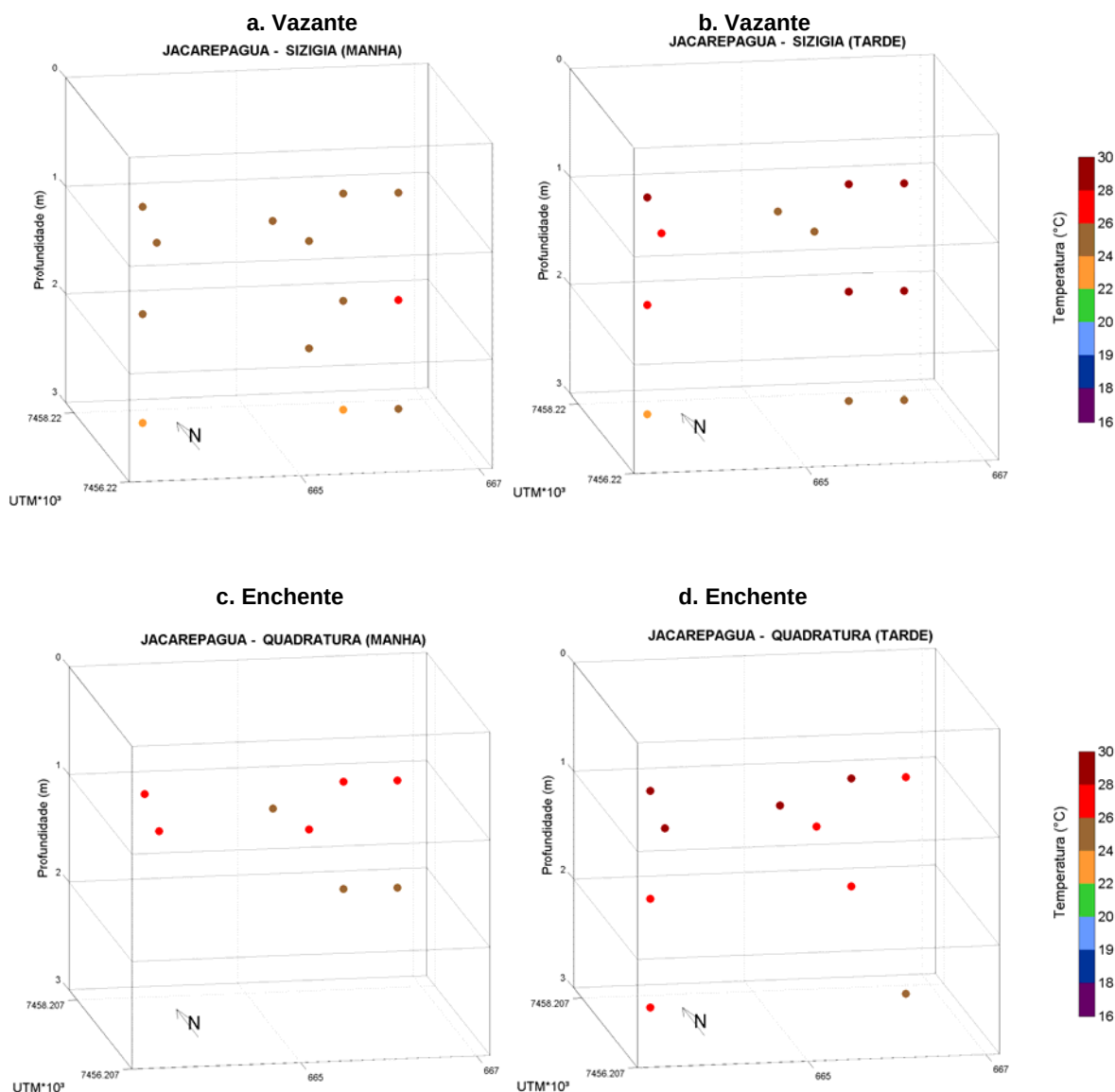


Figura 1.3.13-26: Distribuição vertical de temperatura na Lagoa de Jacarepaguá, durante a 2ª Campanha de coleta, realizada nos dias 2 a 3/10/2012 (sizígia) e 9 a 11/10/2012 (quadratura). Os gráficos referem-se ao período de: (a) sizígia, na parte da manhã; (b) sizígia, na parte da tarde; (c) quadratura, na parte da manhã; (d) quadratura, na parte da tarde.

▪ Avaliação do Modelo Hidrodinâmico

Para que possamos saber se o comportamento do sistema de previsão é suficientemente compatível com o “sistema real” é necessário realizar uma comparação entre os resultados obtidos nos dois mundos; o “real” e o simulado.

A nomenclatura contemporânea para tal estudo é “avaliação”. Embora possa parecer um rótulo de pouca importância, os termos anteriormente utilizados para tal fim, sempre foram

controversos. A primeira nomenclatura “validação” foi substituída por “comparação histórica”, a qual foi complementada com o termo “garantia de qualidade”. A dificuldade em se definir um termo reside no fato de que as palavras “validação” e “garantia” trazem em si uma expectativa de positivo e negativo em relação aos resultados. O modelo poderia ser somente válido ou não válido, garantido ou não garantido. Nesse sentido, o termo “avaliação” torna-se mais adequado, uma vez que é neutro e pode abarcar uma gama maior de definições em termos de qualificação do modelo ou sistema (BECK, 2002).

Em essência, são duas as principais perguntas que devem ser respondidas quando se avalia um modelo ou sistema:

1. O modelo foi construído com materiais aprovados, *i.e.* as hipóteses constituintes são consagradas e adequadas?
2. O seu comportamento se aproxima bem do observado com respeito ao “mundo real”?

A primeira pergunta é respondida pelo grande número de publicações, estudos e trabalhos que utilizaram o modelo SisBaHia® com elevado grau de confiabilidade, para resolver problemas similares.

Para responder a segunda pergunta foram realizadas comparações entre dados observados e os resultados obtidos pelo modelo.

Além da comparação visual, para se obter um resultado que dê um caráter estatístico à avaliação do modelo, utilizou-se o erro médio quadrático (RMS – *Root Mean Square Error*):

$$RMS = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (D_p - D_m)^2}$$

Equação 1.3.13-15: Cálculo do erro médio quadrático.

onde D_p é o dado previsto, D_m é o dado medido, e n é o número de pontos das duas séries.

Outro critério de comparação utilizado foi o índice de concordância proposto por Wilmot&Wicks (1980), que pode ser expresso por:

$$d = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^N (P_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^N (|P_i| + |O_i|)^2} \right], 0 \leq d \leq 1,$$

Equação 1.3.13-16: Cálculo do índice de concordância de Wilmot.

Onde N é o número de observações, P é o resultado da simulação, O os dados observados, e P' representa a diferença entre os dados previstos e a média dos dados observados, e O' a diferença entre os dados observados e a sua média. Quando este índice é igual a 1 significa que a concordância entre as séries é máxima.

O modelo representou satisfatoriamente a oscilação e amplitude da corrente de maré nas três lagoas. Os índices de concordância de Wilmot apresentaram valores elevados, variando de 0,83 a 0,98. O erro médio quadrático variou de 0,21 a 0,01.

O modelo foi capaz de representar com perfeição a elevação da coluna d'água, para o ponto utilizado na comparação com a série de maré.

A partir das comparações realizadas, o modelo foi considerado apto a representar a hidrodinâmica do Complexo Lagunar e, portanto, de ser utilizado em análises prognósticas com boa confiabilidade.

Correntômetro

Foram realizadas comparações entre os resultados do modelo e os dados coletados com os fundeios de correntômetro realizados em três lagoas: Jacarepaguá, Tijuca e Marapendi e em períodos de quadratura e sizígia.

Os fundeios foram realizados em locais estratégicos, conforme observado na **Figura 1.3.13-27**, por períodos de 13 horas consecutivas, de forma a contemplar um ciclo completo de maré.

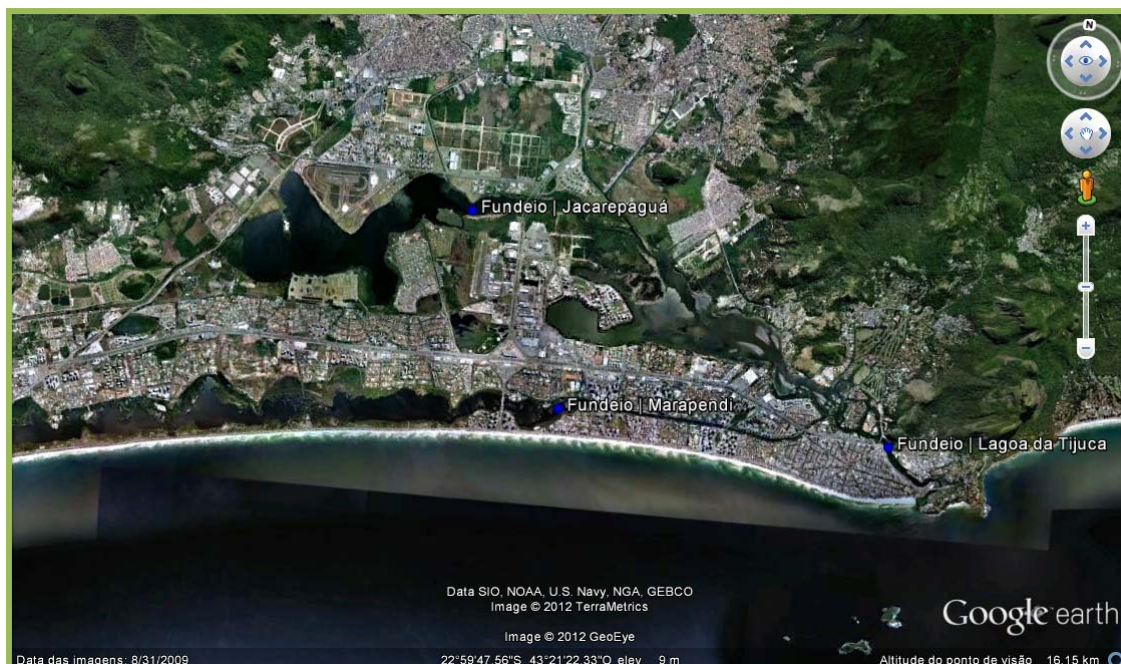


Figura 1.3.13-27: Posição dos fundeios durante as campanhas de coleta.
Fonte: Google Earth™

A seguir são apresentadas as séries temporais dos componentes U e V de corrente simuladas e medidas, assim como o erro médio quadrático (RMS) e o índice de concordância de Wilmot (1980).

i. Lagoa da Tijuca

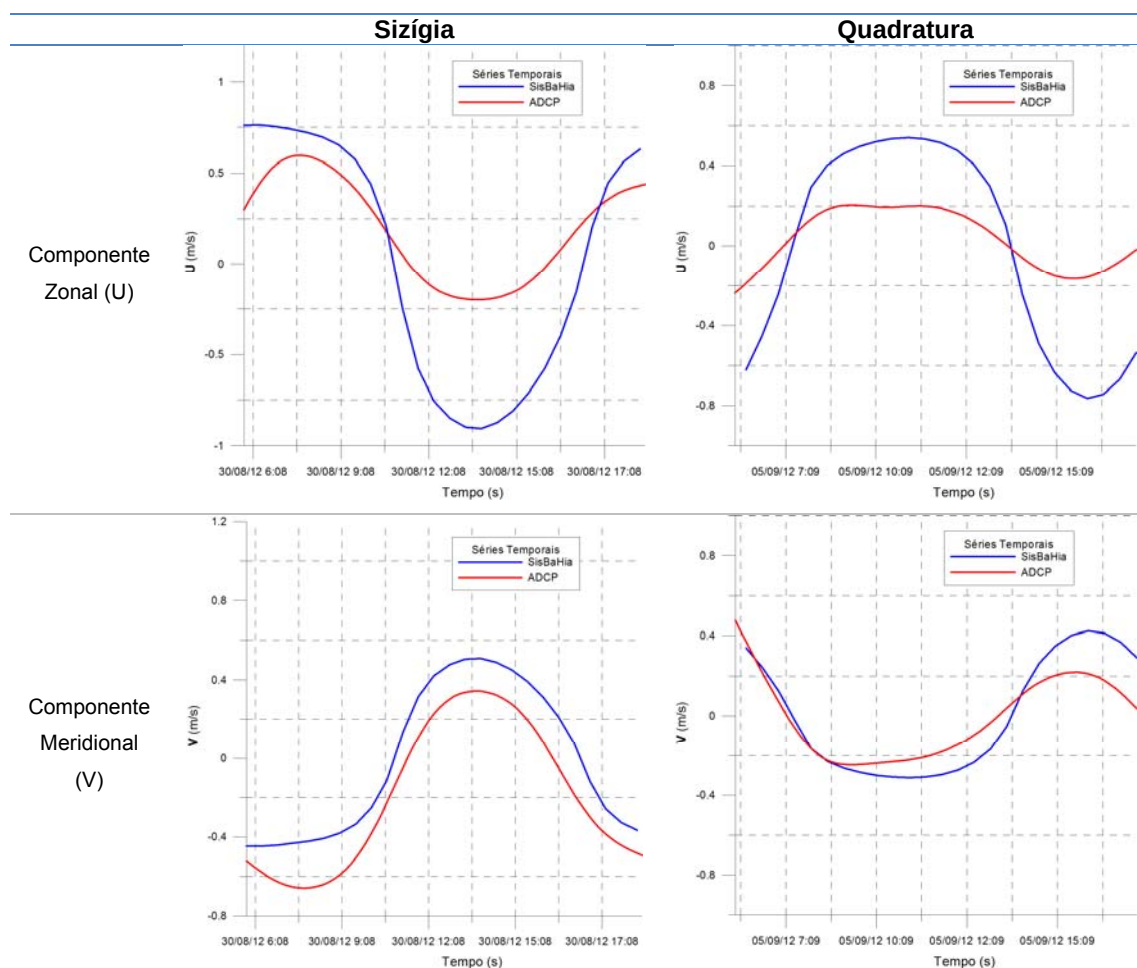


Figura 1.3.13-28: Séries das componentes U e V de corrente para o ponto do fundo da Lagoa da Tijuca. A linha vermelha representa a série medida e a linha azul, a modelada.

Quadro 1.3.13-5: Erro médio quadrático e índice de concordância de Wilmot para a estação da Lagoa da Tijuca.

		Sízigia	Quadratura
RMSE	u	0,213	0,1969
	v	0,2152	0,0744
Wilmot	u	0,9165	0,8902
	v	0,891	0,9756

ii. Lagoa de Marapendi

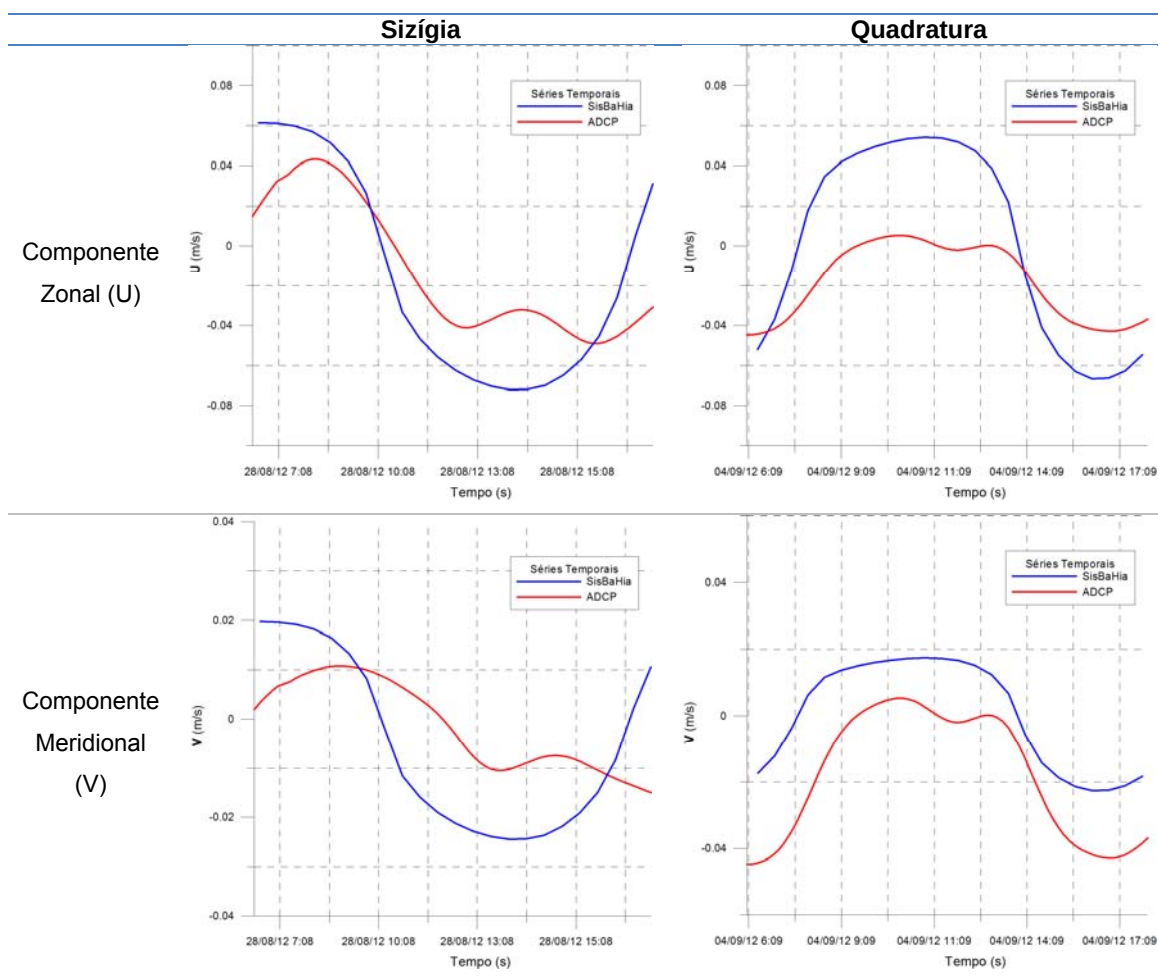


Figura 1.3.13-29: Séries das componentes U e V de corrente para o ponto do fundo da Lagoa de Marapendi. A linha vermelha representa a série medida e a linha azul, a modelada.

Quadro 1.3.13-6: Erro médio quadrático e índice de concordância de Wilmot para a estação da Lagoa de Marapendi.

		Sizígia	Quadratura
RMSE	u	0,0272	0,0252
	v	0,0121	0,0111
Wilmot	u	0,9644	0,9733
	v	0,9791	0,9809

iii. Lagoa de Jacarepaguá

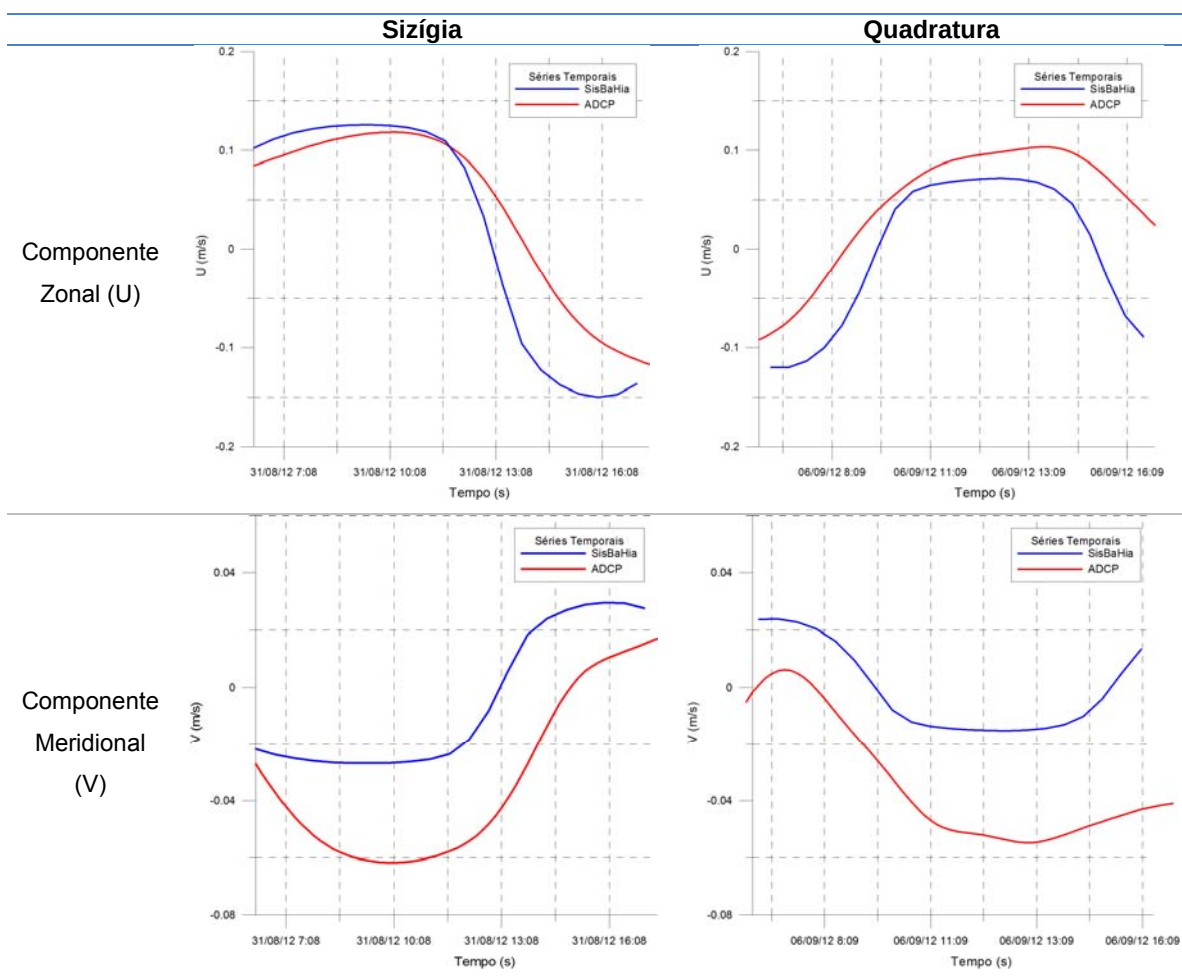


Figura 1.3.13-30: Séries das componentes U e V de corrente para o ponto do fundo da Lagoa de Jacarepaguá. A linha vermelha representa a série medida e a linha azul, a modelada.

Quadro 1.3.13-7: Erro médio quadrático e índice de concordância de Wilmot para a estação da Lagoa de Jacarepaguá.

		Sízigia	Quadratura
RMSE	u	0,0899	0,0729
	v	0,0441	0,041
Wilmot	u	0,8388	0,8979
	v	0,9447	0,949

Maré

Para avaliar a capacidade do modelo em representar as variações na elevação causadas pela maré, foi realizada uma comparação entre uma série temporal de elevação da coluna de água extraída dos resultados do modelo e uma série de maré sintética, reconstituída a partir das constantes harmônicas utilizadas na modelagem. A seguir, na **Figura 1.3.13-31**, são apresentadas as duas séries temporais de elevação.

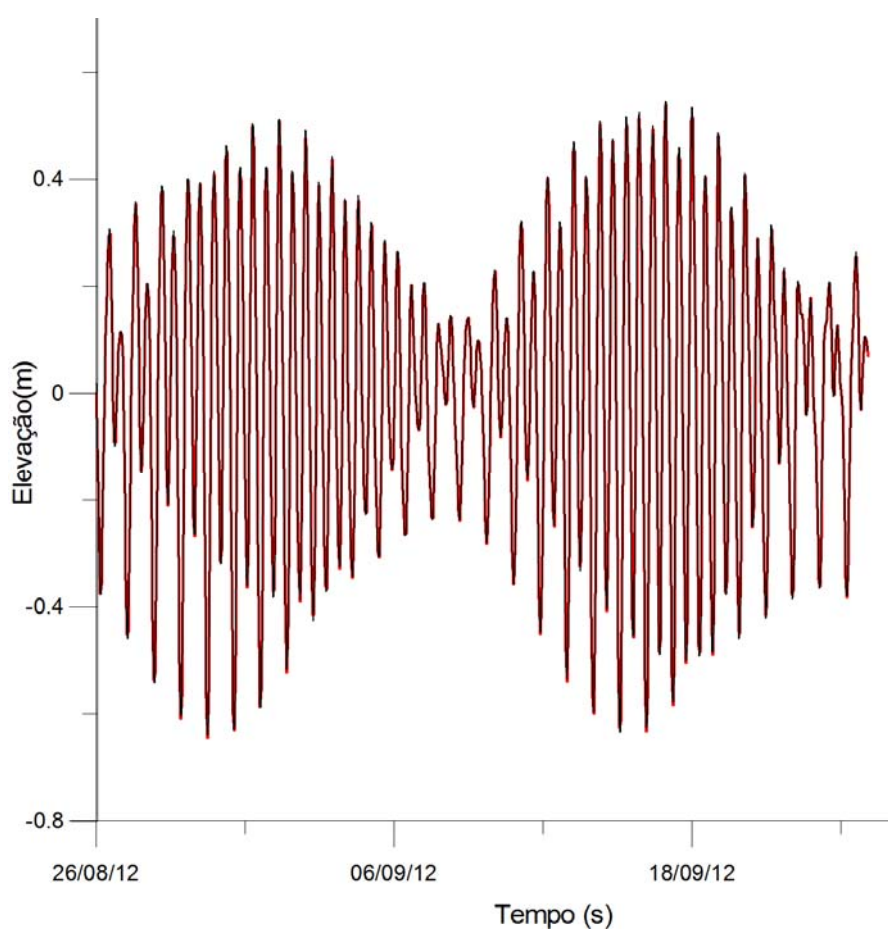


Figura 1.3.13-31: Séries temporais de elevação da coluna de água extraída do modelo (vermelho) e maré prevista, obtida a partir das constantes harmônicas da estação de Copacabana, utilizada na modelagem do presente estudo.

▪ Simulações com Modelo Hidrodinâmico

As modificações na circulação hidrodinâmica do Complexo Lagunar de Jacarepaguá resultantes da implementação do projeto, são identificadas, sobretudo, na alteração dos campos de velocidade, vazão e elevação da coluna de água das lagoas e em seus canais. Tais fatores foram analisados em períodos críticos de vazão dos principais rios afluentes do Complexo Lagunar.

Foram realizadas simulações hidrodinâmicas para a área de estudo tendo em vista a batimetria atual e a alterada pela dragagem, juntamente com as demais alterações propostas pelo projeto.

Foram realizadas campanhas para coletas de dados *in situ* em dois períodos críticos de maré, são eles, sizígia e quadratura. A partir desses dados, os resultados do modelo foram avaliados. O **Quadro 1.3.13-8** apresenta um resumo dos cenários simulados com o SisBAHIA®, destacando as condições ambientais utilizadas.

Como a vazão dos afluentes está diretamente relacionada com a taxa de precipitação na região, as simulações foram separadas em dois períodos críticos: seco e chuvoso.

Quadro 1.3.13-8: Resumo dos cenários simulados com o SisBAHIA®.

Cenários	Condições Ambientais	Batimetria	Objetivo
1	dados do período da campanha de campo	Atual	validação do modelo
2	Tempo chuvoso	Atual	reprodução do comportamento hidrodinâmico e taxas de renovação da água
3	Tempo seco	Atual	reprodução do comportamento hidrodinâmico e taxas de renovação da água
4	Tempo chuvoso	Projetada	reprodução do comportamento hidrodinâmico e taxas de renovação da água
5	Tempo seco	Projetada	reprodução do comportamento hidrodinâmico e taxas de renovação da água
6	-	Atual	verificação da dinâmica costeira na região próxima ao guia corrente
7	-	Projetada	verificação da dinâmica costeira na região próxima ao guia corrente

Configurações do Modelo Hidrodinâmico

i. Malha de Elementos Finitos

Neste estudo o domínio foi discretizado com elementos quadrangulares biquadráticos. A malha utilizada para simular cenários estudados é essencialmente a mesma, apresenta apenas pequenas variações na região do guia corrente, como se pode notar através da **Figura 1.3.13-32** e da **Figura 1.3.13-33**. As principais características das malhas são apresentadas no **Quadro 1.3.13-9**.

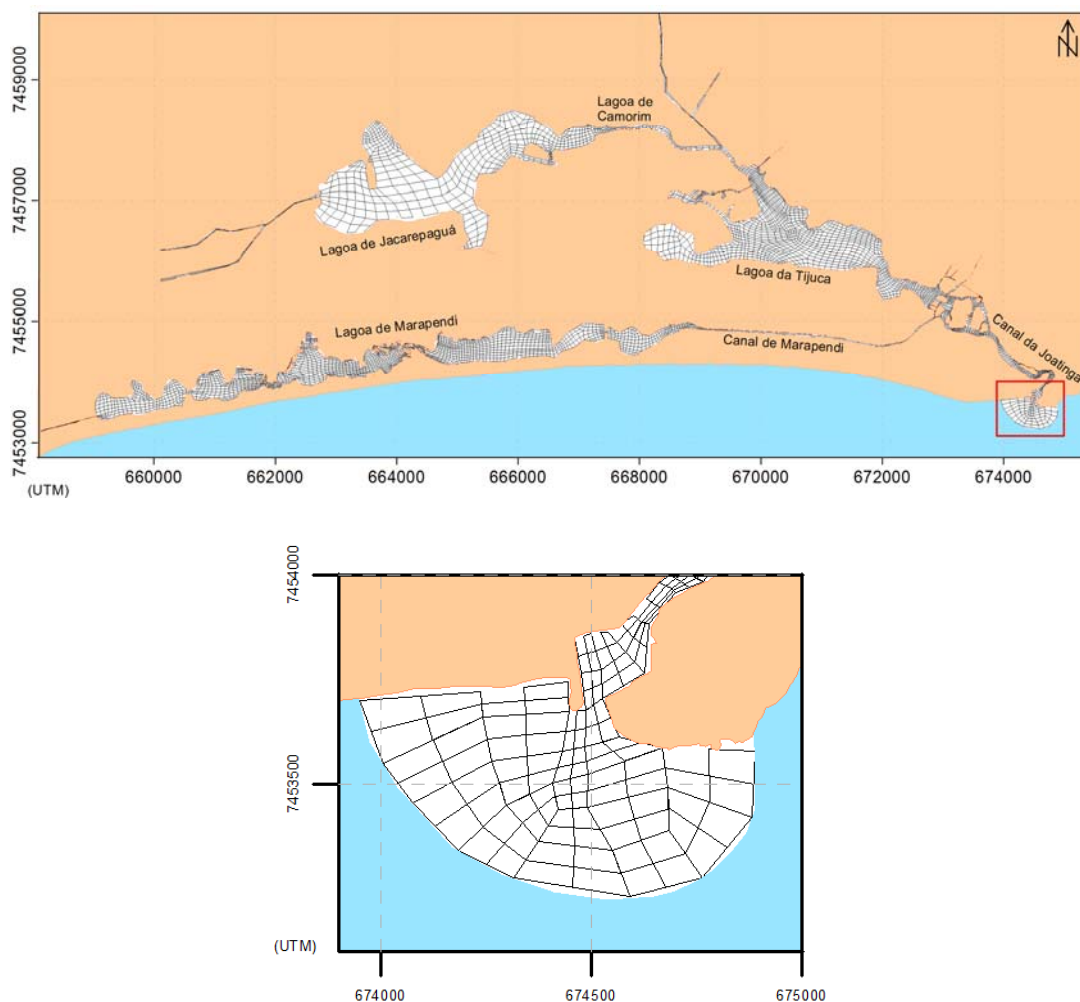


Figura 1.3.13-32: Malha utilizada na simulação do cenário Atual para toda a área de estudo (painel superior) e na região do guia corrente (painel inferior).

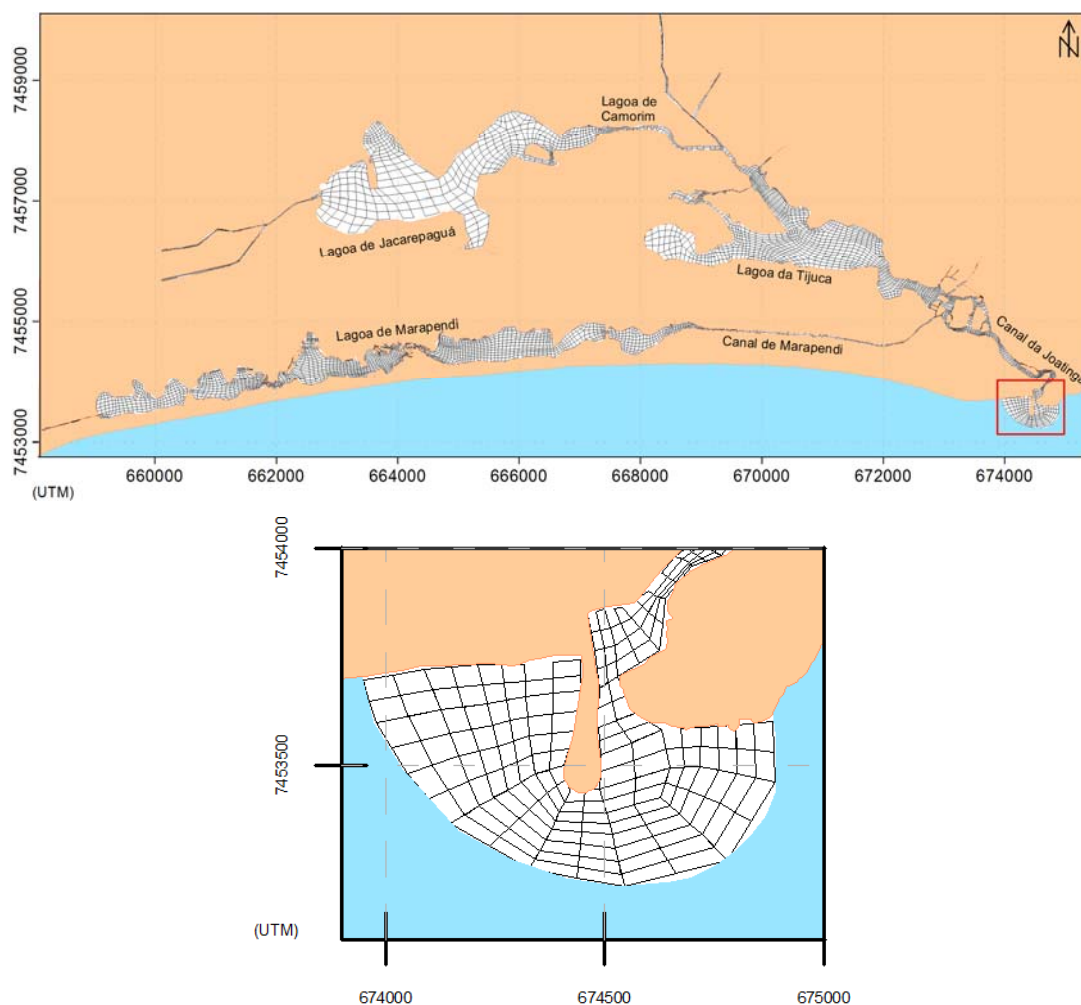


Figura 1.3.13-33: Malha utilizada na simulação do cenário Dragado para toda a área de estudo (painel superior) e na região do guia corrente (painel inferior).

Quadro 1.3.13-9: Características das malhas utilizadas nas simulações.

Malha	Cenário Atual	Cenário Dragado
Elementos Totais	1223	1215
Nós Totais	6048	6028
Nós Internos	3700	3656
Nós do Contorno de Terra	2333	2357
Nós do Contorno Aberto	17	17
Nós Terra/Aberto	2	2
Área da Malha	11.208.300,107 m ²	11.003.194,369 m ²
Profundidade Média	2,029 m	2,654 m

ii. Condições Iniciais

As condições iniciais necessárias para a inicialização do modelo são os valores da elevação da superfície livre ζ e as componentes de velocidade U e V , para o instante inicial t_0 , em todos os nós do domínio.

A condição inicial aplicada a este estudo foi um nível de água nulo e velocidades de corrente de 0 m/s para todo o domínio modelado.

iii. Condições de Contorno Laterais

Os contornos abertos caracterizam normalmente encontros de massas de água, representando um limite do modelo, mas não um limite real do corpo de água. Ao longo das fronteiras abertas da malha utilizada nas simulações, foram prescritas as elevações da superfície livre com dados calculados através do próprio SisBAHIA®, a partir das componentes harmônicas apresentadas no **Quadro 1.3.13-9**. O escoamento foi forçado afluir em direção normal à fronteira e a componente da velocidade tangencial à mesma foi imposta como nula.

Vazões Fluviais

Os contornos fechados são prescritos nos nós da malha que fazem fronteira com a terra, caracterizando as margens do corpo de água e os possíveis afluentes. Nos pontos de afluentes é necessário prescrever os valores de velocidade ou vazão normais ao contorno. Neste estudo foram implementadas vazões médias em cada rio e canal do domínio. As vazões foram calculadas a partir do método racional de acordo com a Equação a seguir.

$$Q = \frac{C * I * A}{3.6}$$

Equação 1.3.13-17: Cálculo do coeficiente de Runoff.

Onde C é o coeficiente de escoamento superficial “Runoff”, I é a intensidade e A é a área da microbacia. Foi considerado um valor de C de 50% para todos os afluentes e a área das microbacias foi obtida a partir de COHIDRO (2006). Para a intensidade de chuva foi utilizado o valor médio do mês com menor e maior índice de precipitação do ano, agosto com 50 mm e

dezembro com 169 mm, de acordo com o Banco de Dados Climáticos do Brasil fornecido pela Embrapa. Os dados utilizados podem ser conferidos na Quadro 1.3.13-10.

Quadro 1.3.13-10: Vazões médias consideradas nos rios afluentes, calculadas pelo método racional.

Rio/Canal	Área (km²)	I seco (mm/h)	I chuvoso (mm/h)	Vazão Seco (m³/s)	Vazão Chuvoso (m³/s)
Canal Portela	2,24	0,06720	0,11828	0,0209	0,0368
Canal do Cortado	32,33	0,06720	0,11828	0,3018	0,5311
Arroio Fundo	82,36	0,06720	0,11828	0,7687	1,3530
Rio do Anil	23,37	0,06720	0,11828	0,2181	0,3839
Rio Itanhangá	4,22	0,06720	0,11828	0,0394	0,0693
Canal das Taxas	0,28	0,06720	0,11828	0,0026	0,0046

Maré Astronômica

Os dados de maré utilizados nas simulações foram obtidos a partir do trabalho de MORAES (2007), que também modelou o Complexo Lagunar de Jacarepaguá. A referida autora obteve as constantes harmônicas por meio de análise harmônica com dados medidos em Copacabana em 1992, as diferenças entre as constantes locais e as da Praia de Copacabana foram consideradas pequenas e não comprometeram a qualidade dos resultados do seu modelo.

As 13 componentes harmônicas adotadas encontram-se no **Quadro 1.3.13-11** e a curva de maré obtida através de tais dados pode ser conferida na **Figura 1.3.13-34**. Através desse gráfico, é possível notar que a onda de maré astronômica na região oscila entre períodos de sizígia e quadratura, com variação máxima de amplitude de, aproximadamente, 0,7 m. O quociente entre as amplitudes das principais constituintes diurnas e semi-diurnas $[(O_1+K_1)/(M_2+S_2)]$ é de 0,36, ou seja, a maré na região é semi-diurna com desigualdades diurnas (Método de Courtier).

Quadro 1.3.13-11: Características das constantes harmônicas utilizadas nas simulações.

Constante	Período (s)	Amplitude (m)	Fase (grau)
M4	22.357,08	0,034	34,00
MO3	30.190,69	0,005	38,00
Q1	96.726,08	0,028	58,00
M2	44.714,16	0,303	79,00
MU2	46.338,33	0,015	83,00
O1	92.949,63	0,107	86,00
S2	43.200,00	0,172	87,00
N2	45.570,05	0,038	121,00
MS4	21.972,02	0,015	126,00
M1	89.399,69	0,009	126,00
K1	86.164,09	0,063	152,00
M3	29.809,44	0,005	196,00
MN4	22.569,03	0,015	351,00

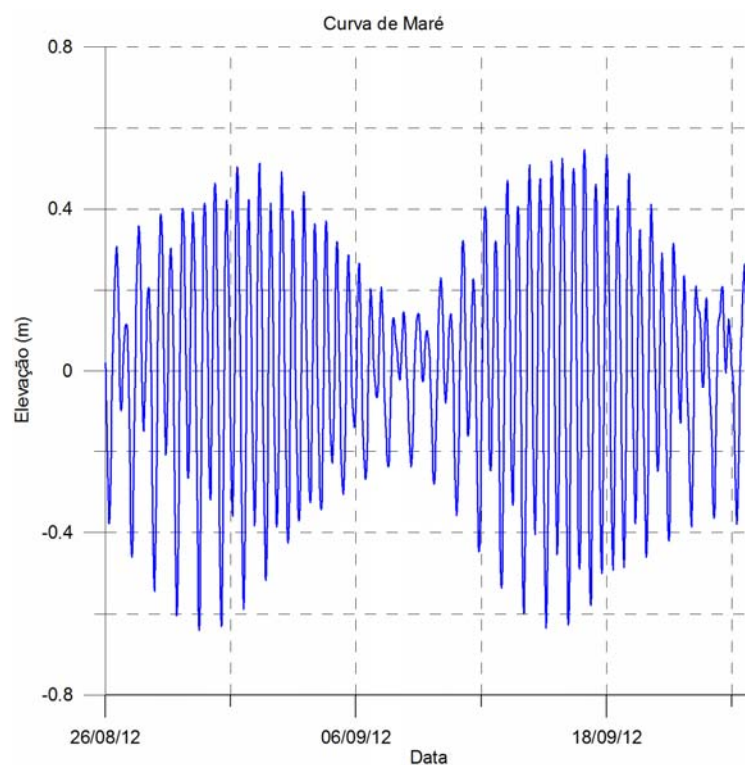


Figura 1.3.13-34: Série temporal de elevação do nível de maré obtida através de previsão de acordo com os dados utilizados.

iv. Condições de Contorno Verticais

No modelo 2DH as condições de contorno verticais são a prescrição de tensão de atrito no fundo e a tensão do vento na superfície livre.

Batimetria

Os dados batimétricos do cenário Atual foram fornecidos pela contratante. A partir das informações dos volumes que serão dragados em cada lagoa e em seus respectivos canais, provenientes do Relatório do Projeto de Recuperação Ambiental do Complexo Lagunar da Baixada de Jacarepaguá (PROJCONSULT, 2011), os dados fornecidos foram modificados para serem aplicados na simulação do cenário Dragado. Os mapas com as batimetrias empregadas nos dois cenários encontram-se na Figura 1.3.13-35 e na Figura 1.3.13-36.

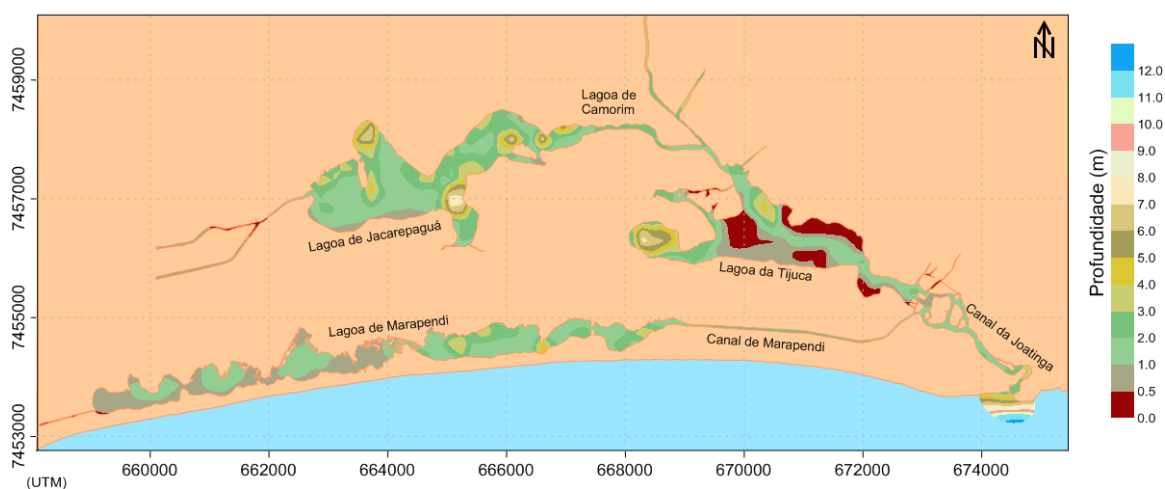


Figura 1.3.13-35: Batimetria utilizada na simulação do cenário Atual.

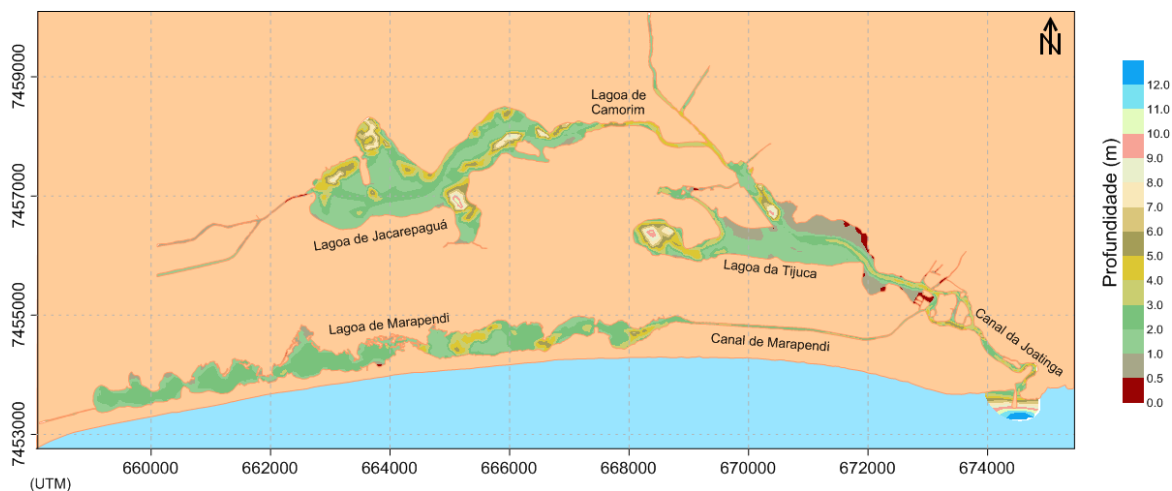


Figura 1.3.13-36: Batimetria utilizada na simulação do cenário Dragado.

Rugosidade Equivalente do Fundo

A rugosidade equivalente de fundo do Complexo Lagunar de Jacarepaguá foi estimada a partir das características granulométricas do Complexo Lagunar fornecidas pela Contratante (PROJCONSULT, 2011). O fundo do Complexo Lagunar é composto por silte na Lagoa da Tijuca e areia para as demais lagoas e canais. Os valores de rugosidade equivalente do fundo ε foram baseados em valores encontrados na literatura (FEEMA, 1998; MALTA, 2005); são eles, 0,015 m para silte e 0,03 m para areia média.

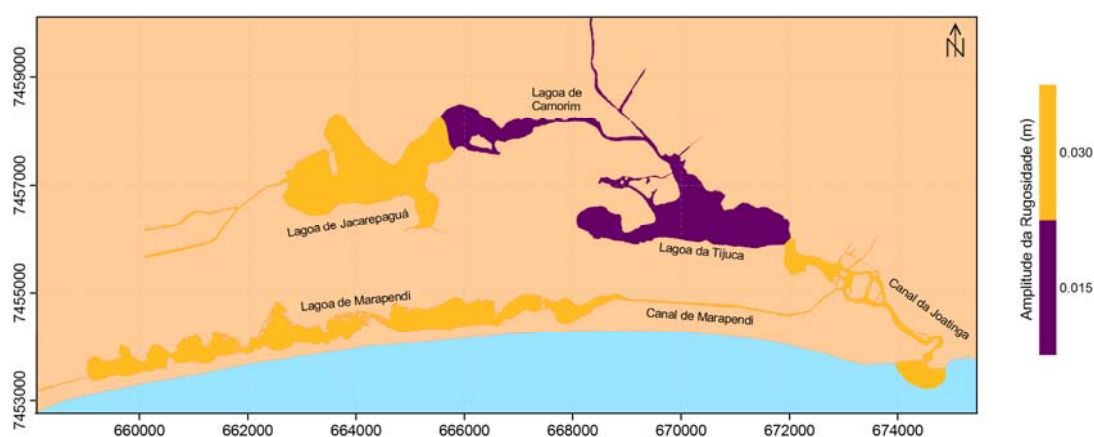


Figura 1.3.13-37: Distribuição de amplitude equivalente da rugosidade do fundo considerada para o domínio do modelo.

Vento

Os registros relativos à intensidade e direção dos ventos foram obtidos a partir da estação meteorológica de superfície do Aeroporto de Jacarepaguá, localizada em 22,98° S e 43,37° W a zero metro de altitude, que registra dados diariamente de forma contínua em intervalos de uma hora. Esses registros são disponibilizados pelo Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE). Os dados utilizados estão apresentados na **Figura 1.3.13-38**, na **Figura 1.3.13-39**, na **Figura 1.3.13-40** e na **Figura 1.3.13-41**.

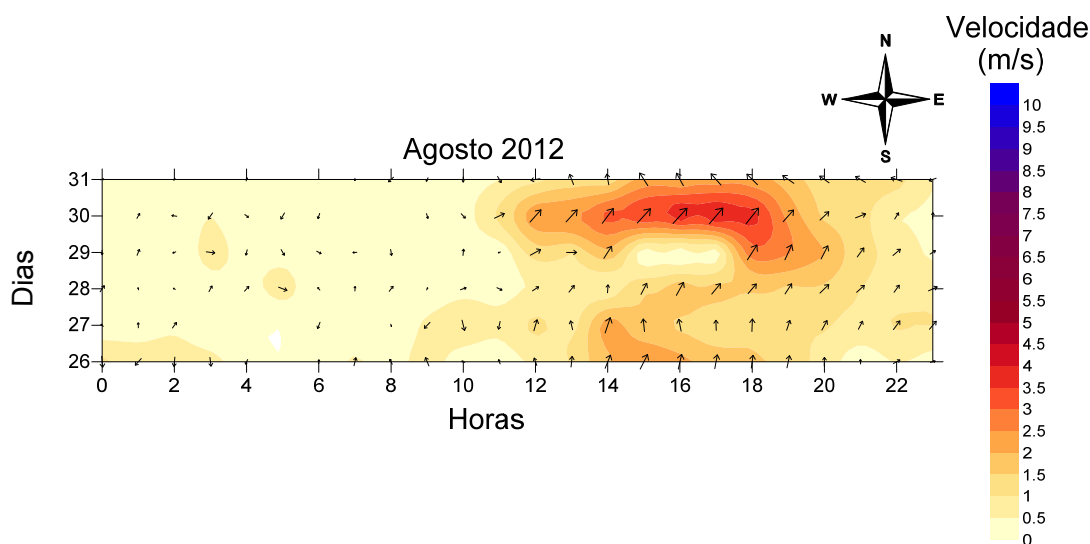


Figura 1.3.13-38: Dados de vento da estação meteorológica de superfície do Aeroporto de Jacarepaguá dos dias 26/08/2012 até 31/08/2012. Fonte dos dados: CPTEC/INPE.

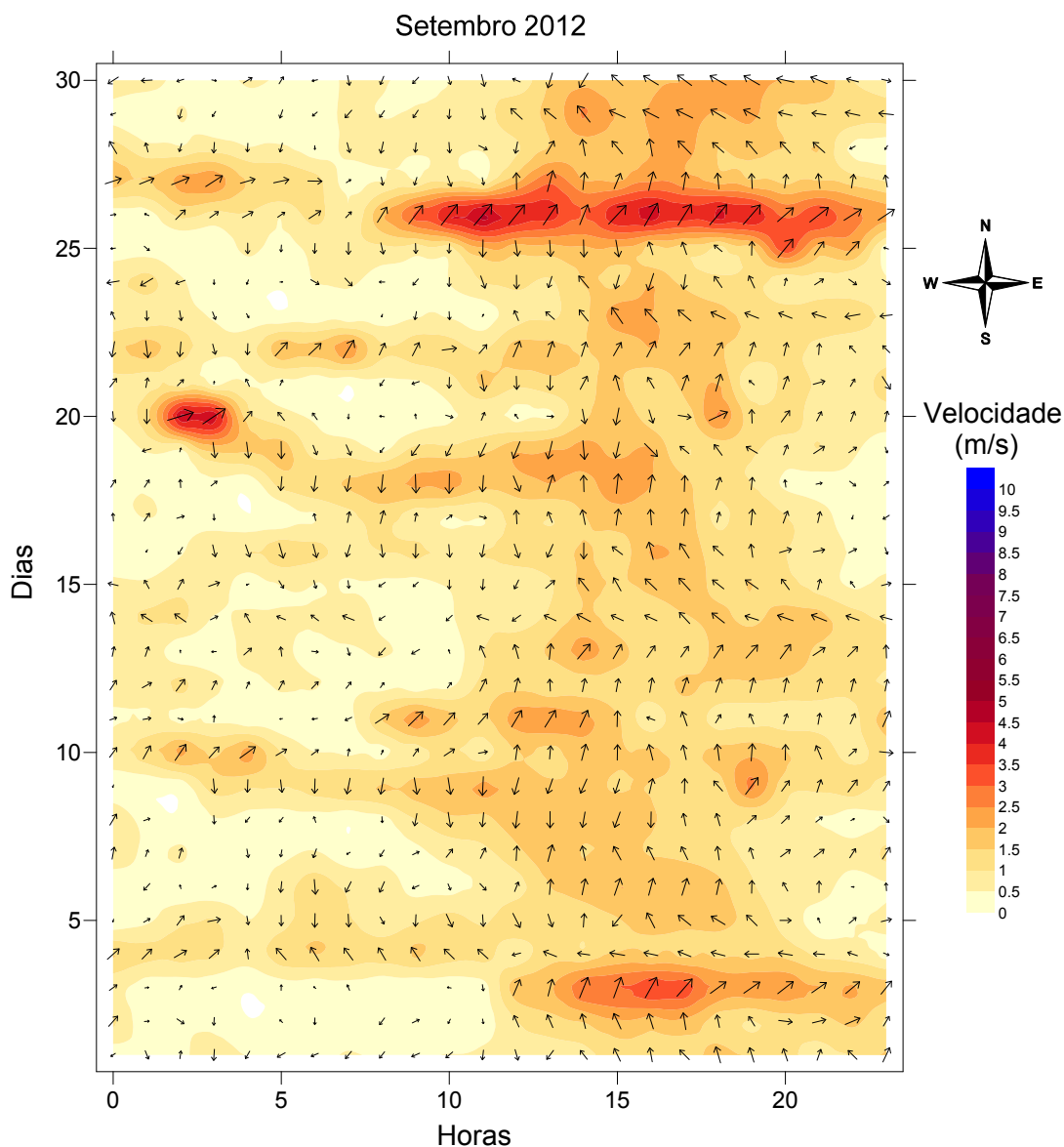


Figura 1.3.13-39:- Dados de vento da estação meteorológica de superfície do Aeroporto de Jacarepaguá dos dias 01/09/2012 até 30/09/2012. Fonte dos dados: CPTEC/INPE.

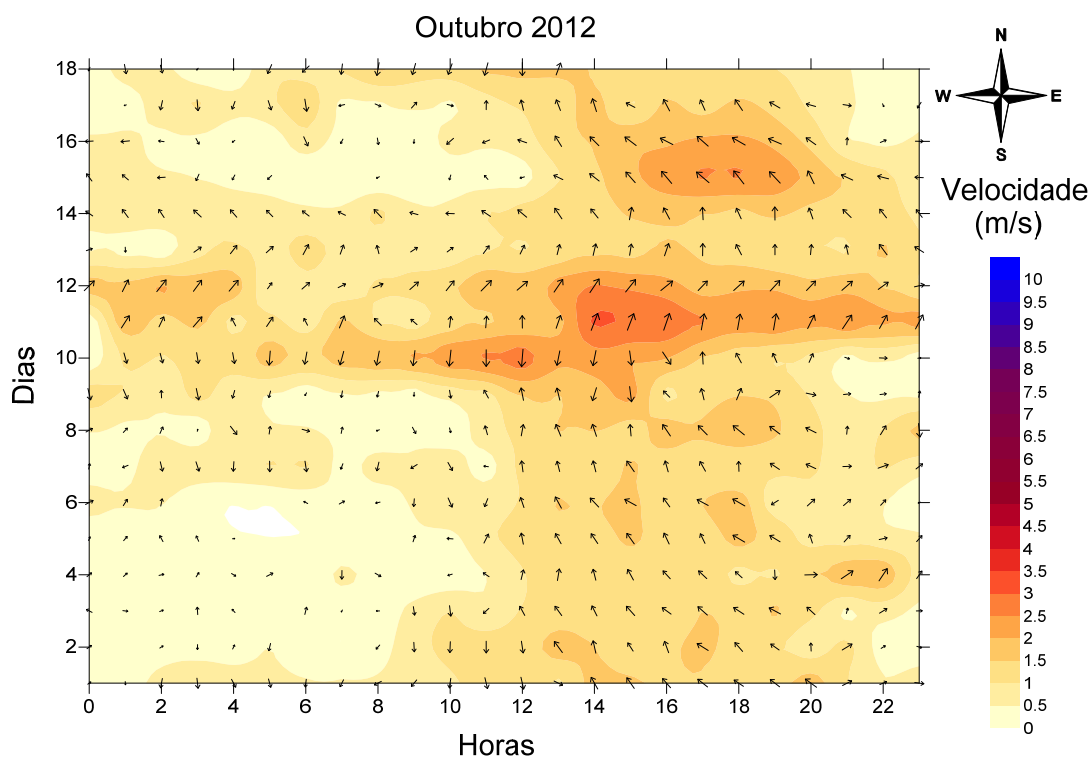


Figura 1.3.13-40 -Dados de vento da estação meteorológica de superfície do Aeroporto de Jacarepaguá dos dias 01/10/2012 até 18/10/2012. Fonte dos dados: CPTEC/INPE.

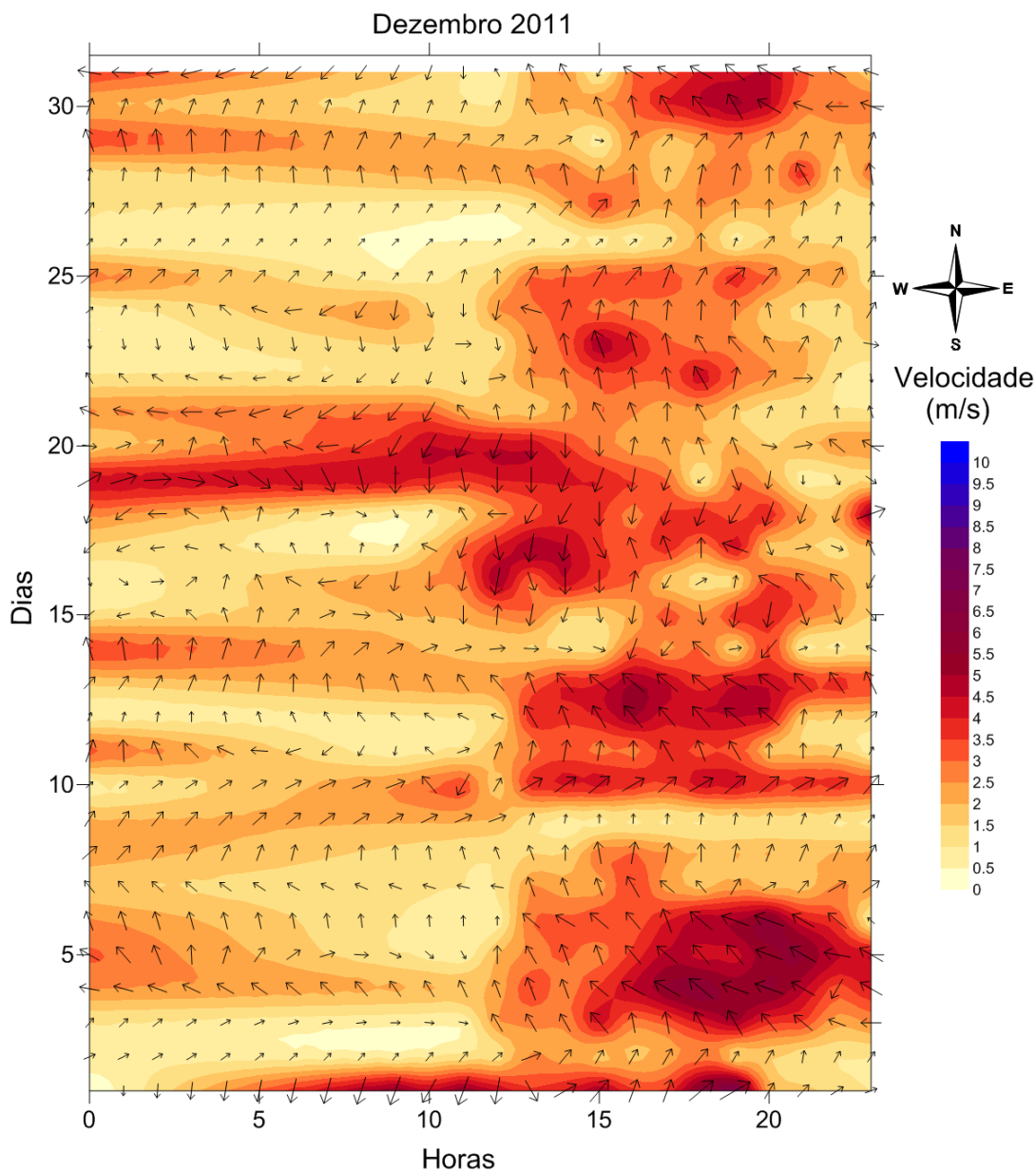


Figura 1.3.13-41 - Dados de vento da estação meteorológica de superfície do Aeroporto de Jacarepaguá dos dias 01/12/2011 até 31/12/2011. Fonte dos dados: CPTEC/INPE.

Resultados do Modelo Hidrodinâmico

Na **Figura 1.3.13-43** a **Figura 1.3.13-54** são apresentados os gráficos de vazão e velocidade dos canais que interligam o Complexo Lagunar de Jacarepaguá. Os pontos utilizados para a elaboração dos gráficos são apresentados na **Figura 1.3.13-42**.

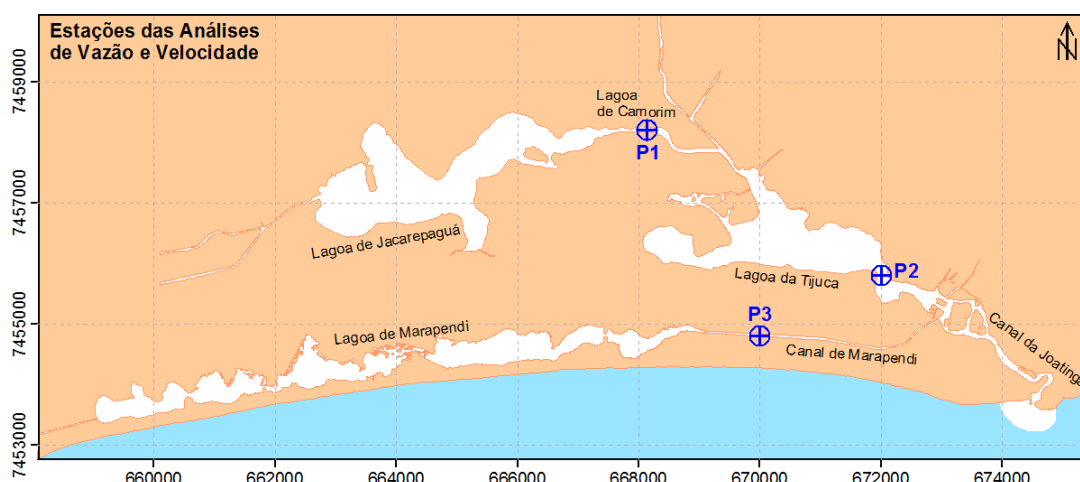


Figura 1.3.13-42: Localização das estações a partir das quais se obtiveram os dados de vazão, velocidade e elevação dos gráficos e tabelas desta seção.

Através dos gráficos é possível notar que não há uma diferença significativa entre os valores de vazão e velocidade entre o período seco e o chuvoso. Ao se analisar máximos e mínimos de vazão, velocidade e elevação (**Quadro 1.3.13-12**, **Quadro 1.3.13-13**, **Quadro 1.3.13-14**, **Quadro 1.3.13-15**, **Quadro 1.3.13-16** e **Quadro 1.3.13-17**) são perceptíveis diferenças pequenas entre os valores do período chuvoso e seco. Esses resultados mostram que nos cenários considerados neste estudo, o efeito das vazões dos rios afluentes do Complexo Lagunar de Jacarepaguá possui menor relevância sobre a circulação hidrodinâmica do mesmo.

A partir dos pontos observados nota-se que as maiores vazões e velocidades encontram-se na Tijuca e em Camorim. A menor variação de vazão ao longo dos ciclos de maré é observada em Marapendi, cerca de $20 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$. Já a velocidade varia menos em Camorim, em torno de $0,2 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$.

Nas lagoas de Tijuca e Camorim as vazões aumentam em torno de 50% no cenário Dragado durante o período seco e em torno de 60% durante o período chuvoso. Já em Marapendi esse aumento é de cerca de 30% nos dois períodos (**Quadro 1.3.13-12** e **Quadro 1.3.13-13**).

Quadro 1.3.13-12: Valores máximos de vazão durante a enchente e a vazante nos canais do Complexo Lagunar de Jacarepaguá nos cenários Atual e Dragado durante o período seco.

Lagoa/Canal	Vazão Máxima na Enchente			Vazão máxima Vazante		
	Atual (m ³ s ⁻¹)	Dragado (m ³ s ⁻¹)	Diferença (%)	Atual (m ³ s ⁻¹)	Dragado (m ³ s ⁻¹)	Diferença (%)
P1 (Camorim)	32,7	81,7	60.0	48	119	59.7
P2 (Tijuca)	59,5	134,5	55.8	84,8	172,3	50.8
P3 (Marapendi)	14,5	21,7	33.2	19,3	27,5	29.8

Quadro 1.3.13-13: Valores máximos de vazão durante a enchente e a vazante nos canais do Complexo Lagunar de Jacarepaguá nos cenários Atual e Dragado durante o período chuvoso.

Lagoa/Canal	Vazão Máxima na Enchente			Vazão máxima Vazante		
	Atual (m ³ s ⁻¹)	Dragado (m ³ s ⁻¹)	Diferença (%)	Atual (m ³ s ⁻¹)	Dragado (m ³ s ⁻¹)	Diferença (%)
P1 (Camorim)	34	81,5	58,3	50,2	117,2	57,2
P2 (Tijuca)	62,5	143,4	56,4	87	161	46,0
P3 (Marapendi)	14,6	21,5	32,1	19,5	27,1	28,0

As modificações dos valores máximos e mínimos de velocidade apresentaram uma diferença percentual semelhante à encontrada nas vazões apenas em Camorim e em Marapendi, cerca de 60% e 30%, respectivamente. A velocidade máxima encontrada na seção Tijuca aumentou apenas 25% e não houve diferença entre as velocidades mínimas. O período chuvoso apresentou diferenças percentuais de velocidade maiores apenas em Camorim. Tijuca e Marapendi apresentaram um valor de aumento percentual de velocidade próximo ao encontrado no período seco.

Quadro 1.3.13-14: Valores máximos de velocidade durante a enchente e a vazante nos canais do Complexo Lagunar de Jacarepaguá nos cenários Atual e Dragado durante o período seco.

Lagoa/Canal	Vazão Máxima na Enchente			Vazão máxima Vazante		
	Atual (ms ⁻¹)	Dragado (ms ⁻¹)	Diferença (%)	Atual (ms ⁻¹)	Dragado (ms ⁻¹)	Diferença (%)
P1 (Camorim)	0,15	0,4	62.5	-0,22	-0,6	63.3
P2 (Tijuca)	0,3	0,4	25.0	-0,4	-0,4	0.0
P3 (Marapendi)	0,19	0,3	36.7	-0,2	-0,3	33.3

Quadro 1.3.13-15: Valores máximos de velocidade durante a enchente e a vazante nos canais do Complexo Lagunar de Jacarepaguá nos cenários Atual e Dragado durante o período chuvoso.

Lagoa/Canal	Vazão Máxima na Enchente			Vazão máxima Vazante		
	Atual (ms ⁻¹)	Dragado (ms ⁻¹)	Diferença (%)	Atual (ms ⁻¹)	Dragado (ms ⁻¹)	Diferença (%)
P1 (Camorim)	0,16	0,4	60,0	-0,23	-0,5	54,0
P2 (Tijuca)	0,3	0,4	25,0	-0,4	-0,4	0,0
P3 (Marapendi)	0,2	0,3	33,3	-0,2	-0,3	33,3

Camorim - Período Seco (Atual)

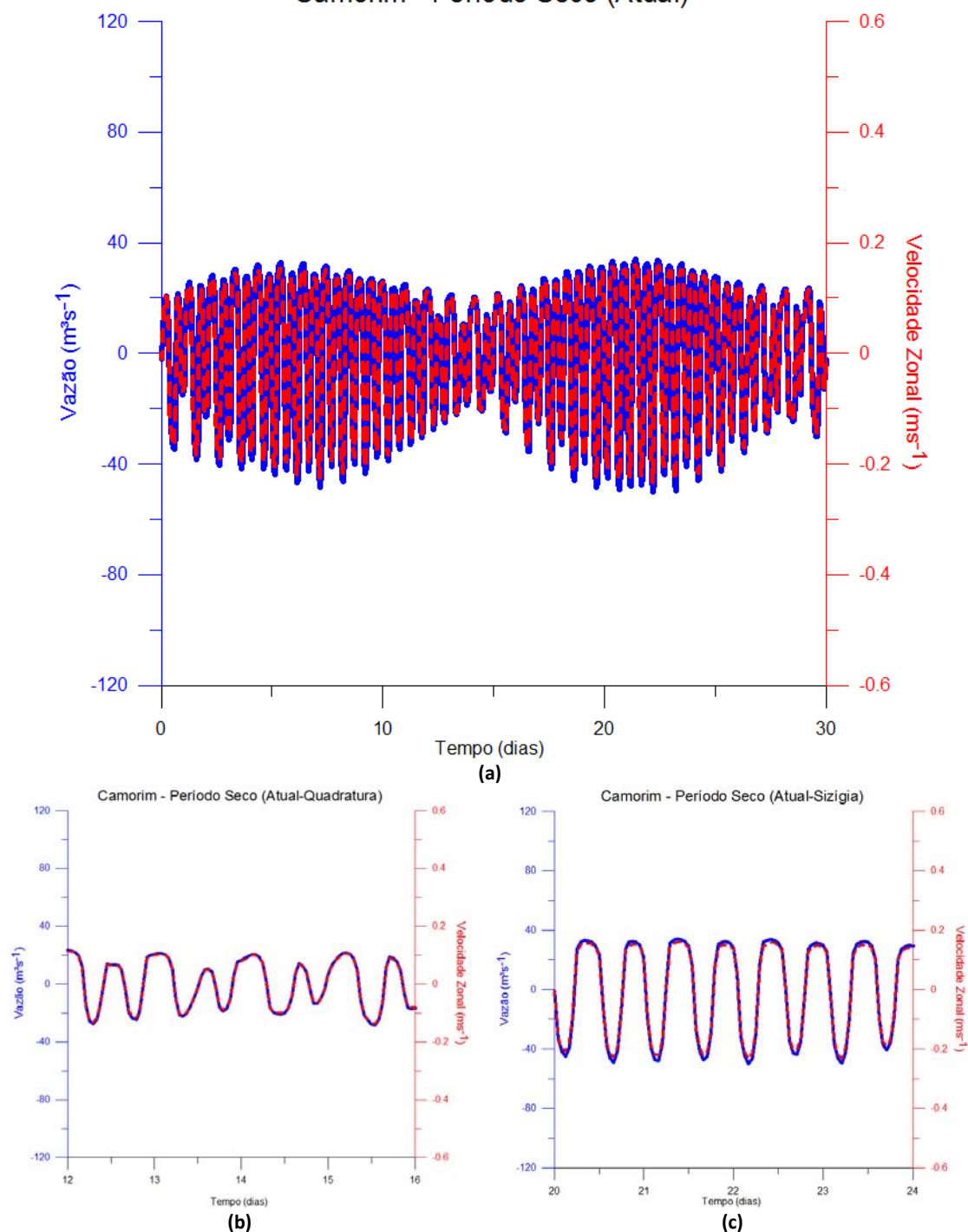


Figura 1.3.13-43: Vazão (linha contínua em azul) e velocidade (linha pontilhada em vermelho) no Ponto P1 localizado na Lagoa de Camorim durante o período seco para o cenário Atual. (a) Período de 30 dias, (b) Zoom com detalhe na quadratura e (c) Zoom com detalhe na sizígia. Velocidade zonal corresponde a velocidade no sentido leste/oeste.

Camorim - Período Seco (Dragado)

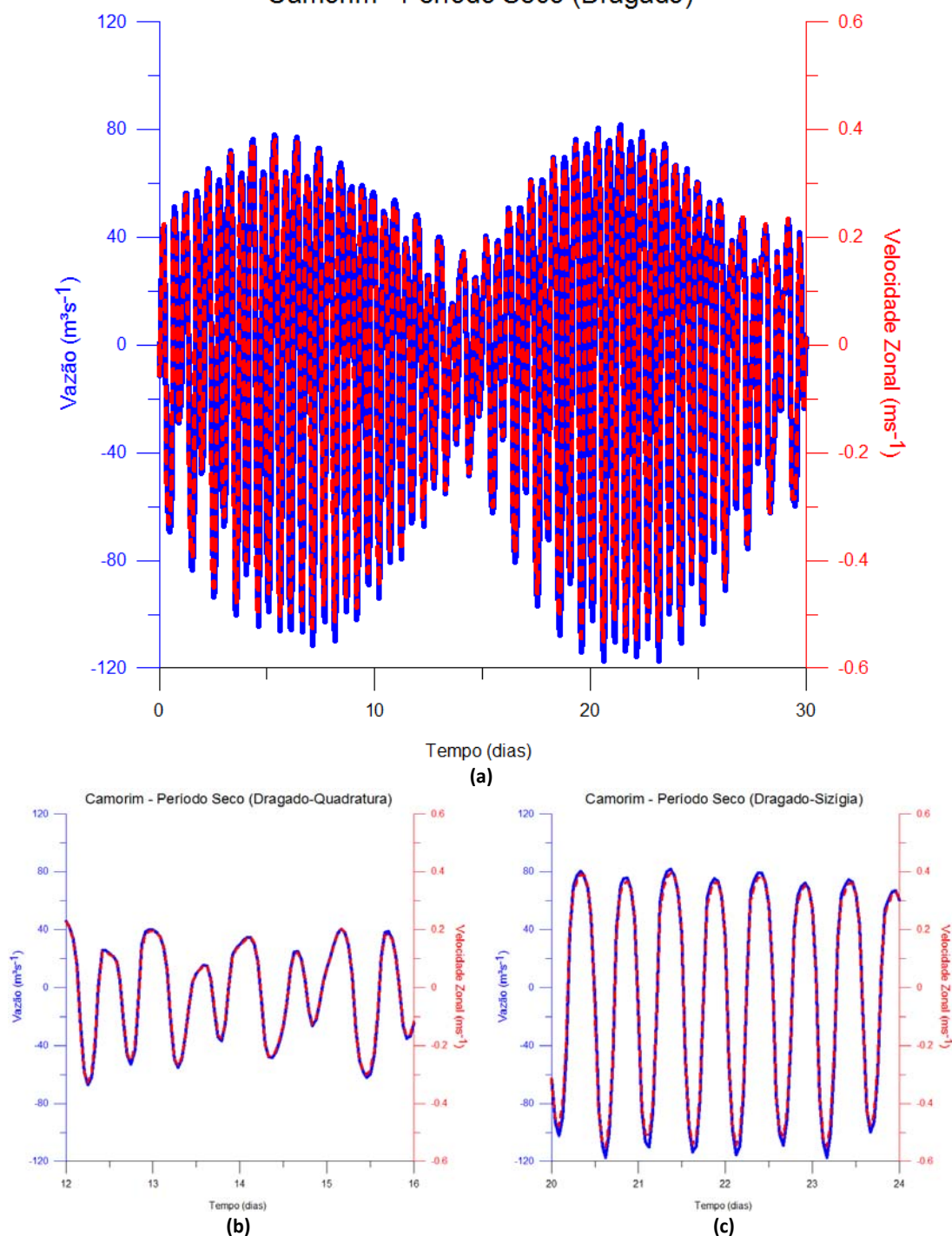


Figura 1.3.13-44: Vazão (linha contínua em azul) e velocidade (linha pontilhada em vermelho) no Ponto P1 localizado na Lagoa de Camorim durante o período seco para o cenário Dragado. (a) Período de 30 dias, (b) Zoom com detalhe na quadratura e (c) Zoom com detalhe na sizígia. Velocidade zonal corresponde a velocidade no sentido leste/oeste.

Camorim - Período Chuvoso (Atual)

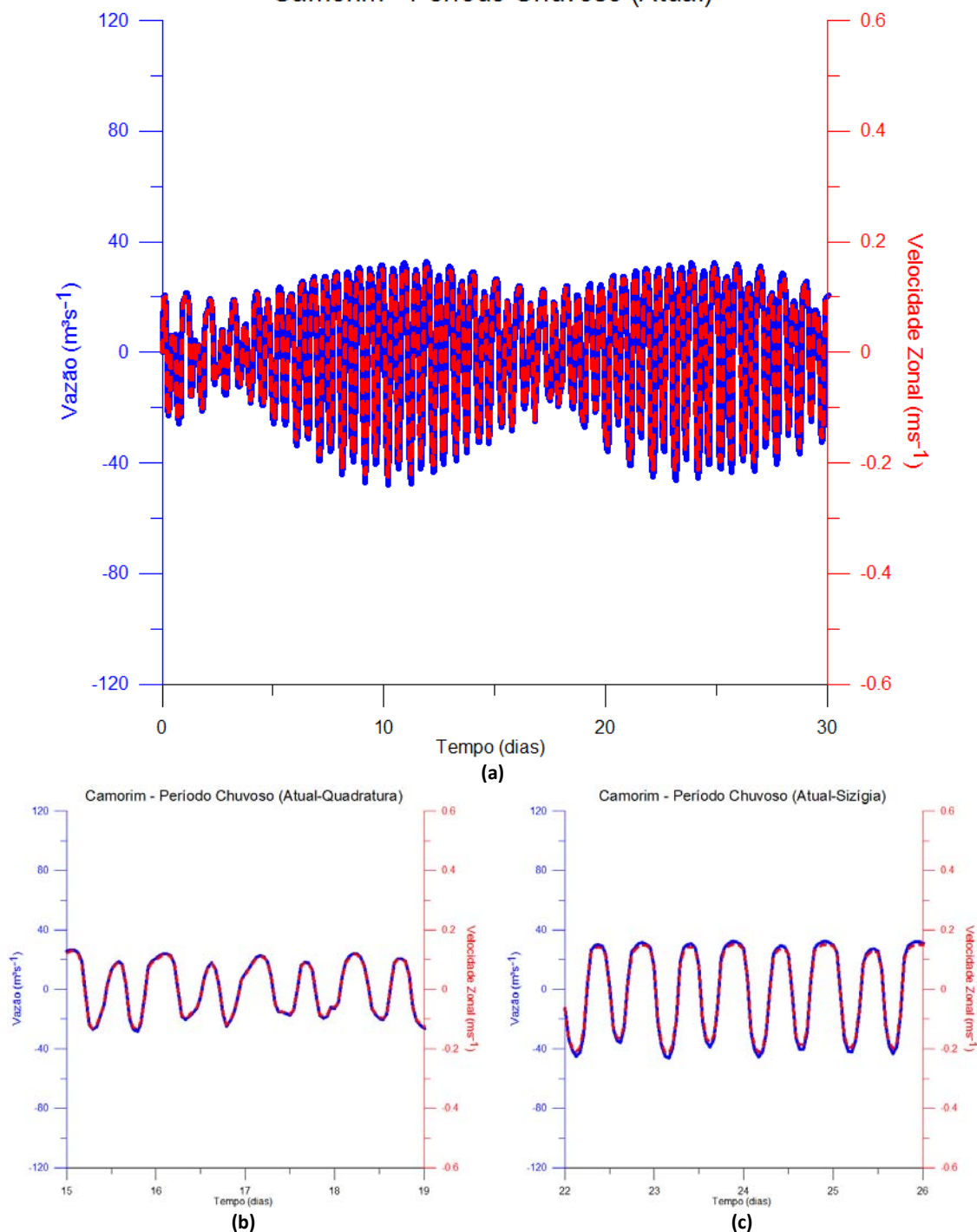


Figura 1.3.13-45: Vazão (linha contínua em azul) e velocidade (linha pontilhada em vermelho) no Ponto P1 localizado na Lagoa de Camorim durante o período chuvoso para o cenário Atual. (a) Período de 30 dias, (b) Zoom com detalhe na quadratura e (c) Zoom com detalhe na sizígia. Velocidade zonal corresponde a velocidade no sentido leste/oeste.

Camorim - Período Chuvoso (Dragado)

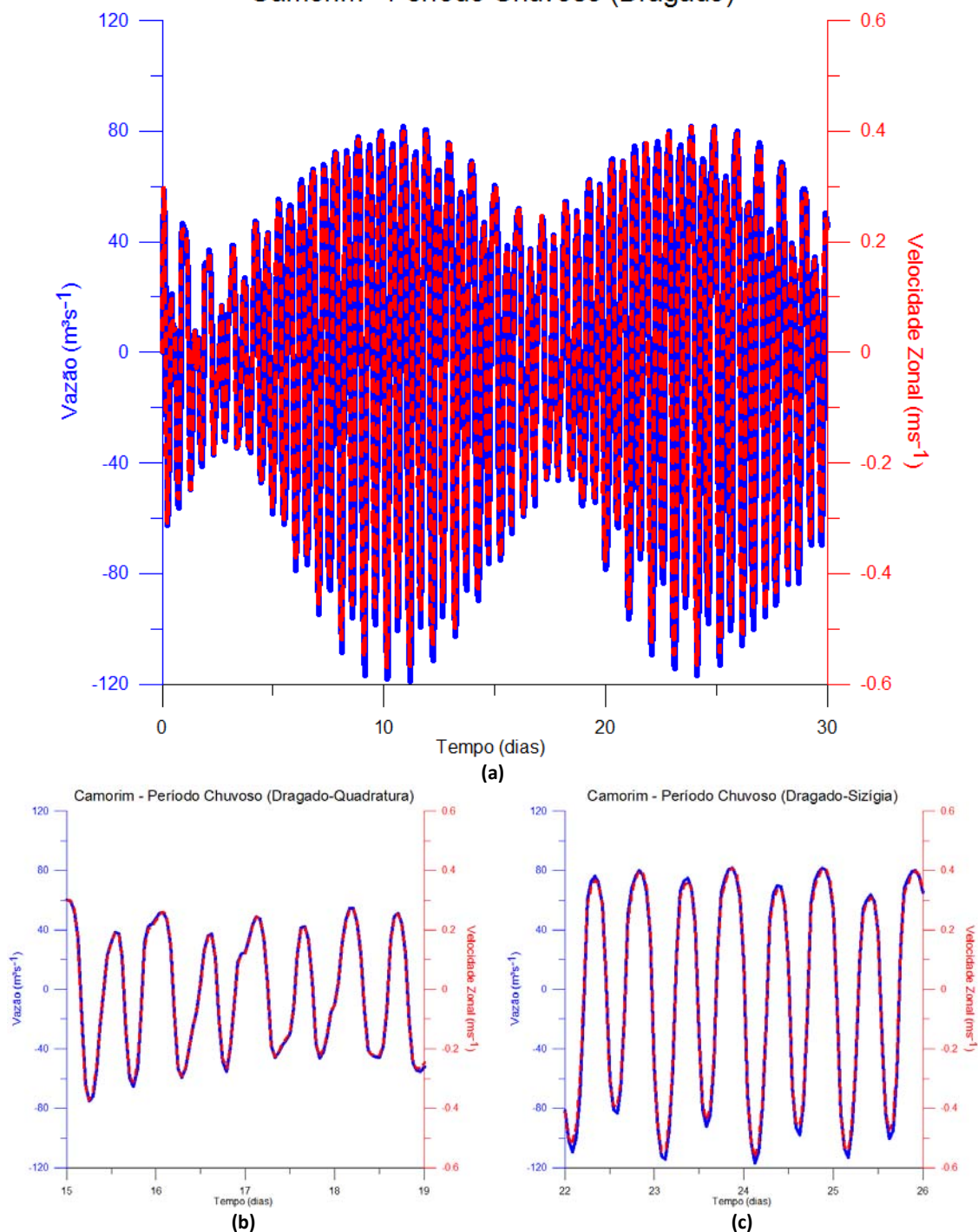


Figura 1.3.13-46: Vazão (linha contínua em azul) e velocidade (linha pontilhada em vermelho) no Ponto P1 localizado na Lagoa de Camorim durante o período chuvoso para o cenário Dragado. (a) Período de 30 dias, (b) Zoom com detalhe na quadratura e (c) Zoom com detalhe na sizígia. Velocidade zonal corresponde a velocidade no sentido leste/oeste.

Tijuca - Período Seco (Atual)

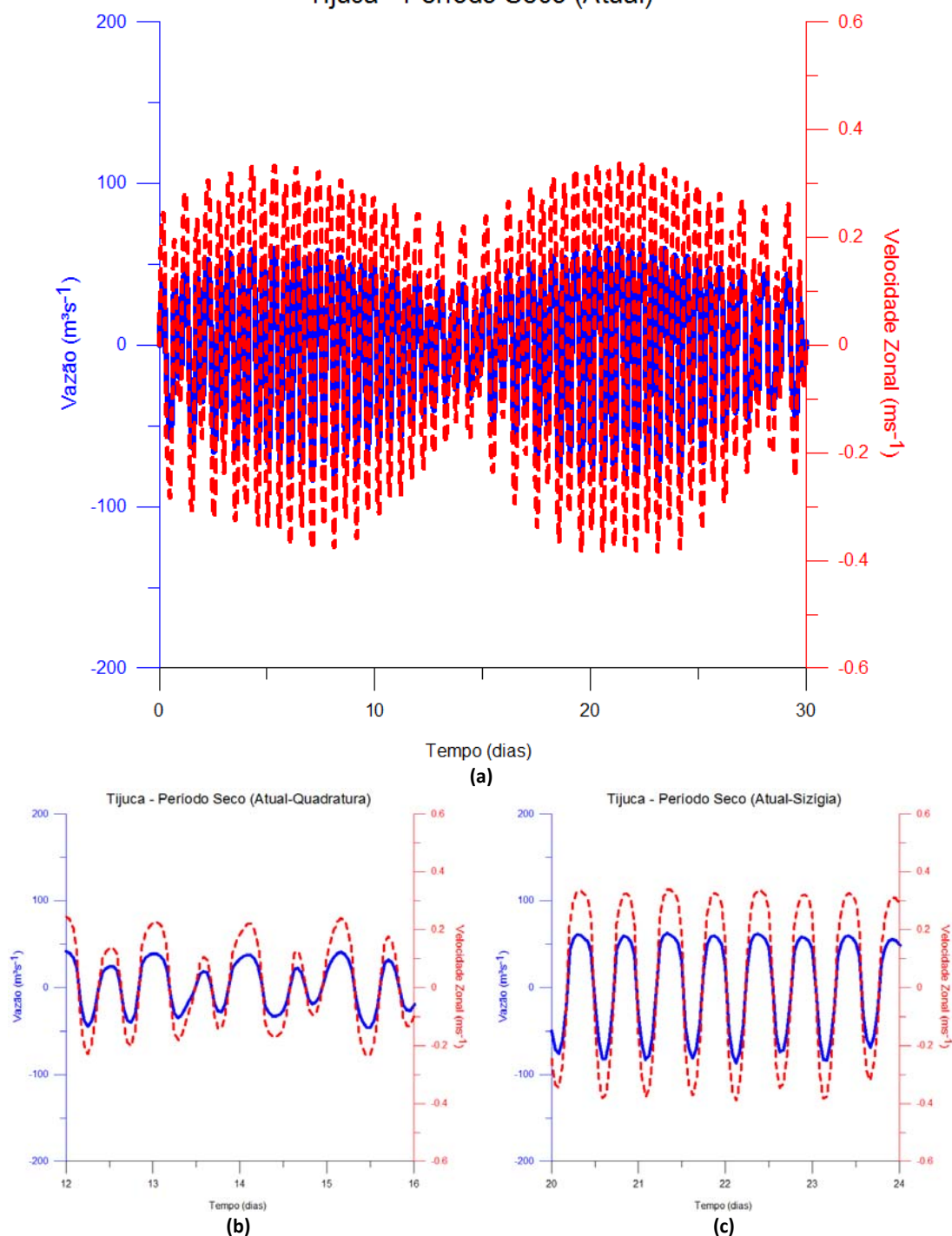


Figura 1.3.13-47: Vazão (linha contínua em azul) e velocidade (linha pontilhada em vermelho) no Ponto P2 localizado na Lagoa da Tijuca durante o período seco para o cenário Atual. (a) Período de 30 dias, (b) Zoom com detalhe na quadratura e (c) Zoom com detalhe na sizígia. Velocidade zonal corresponde a velocidade no sentido leste/oeste.

Tijuca - Período Seco (Dragado)

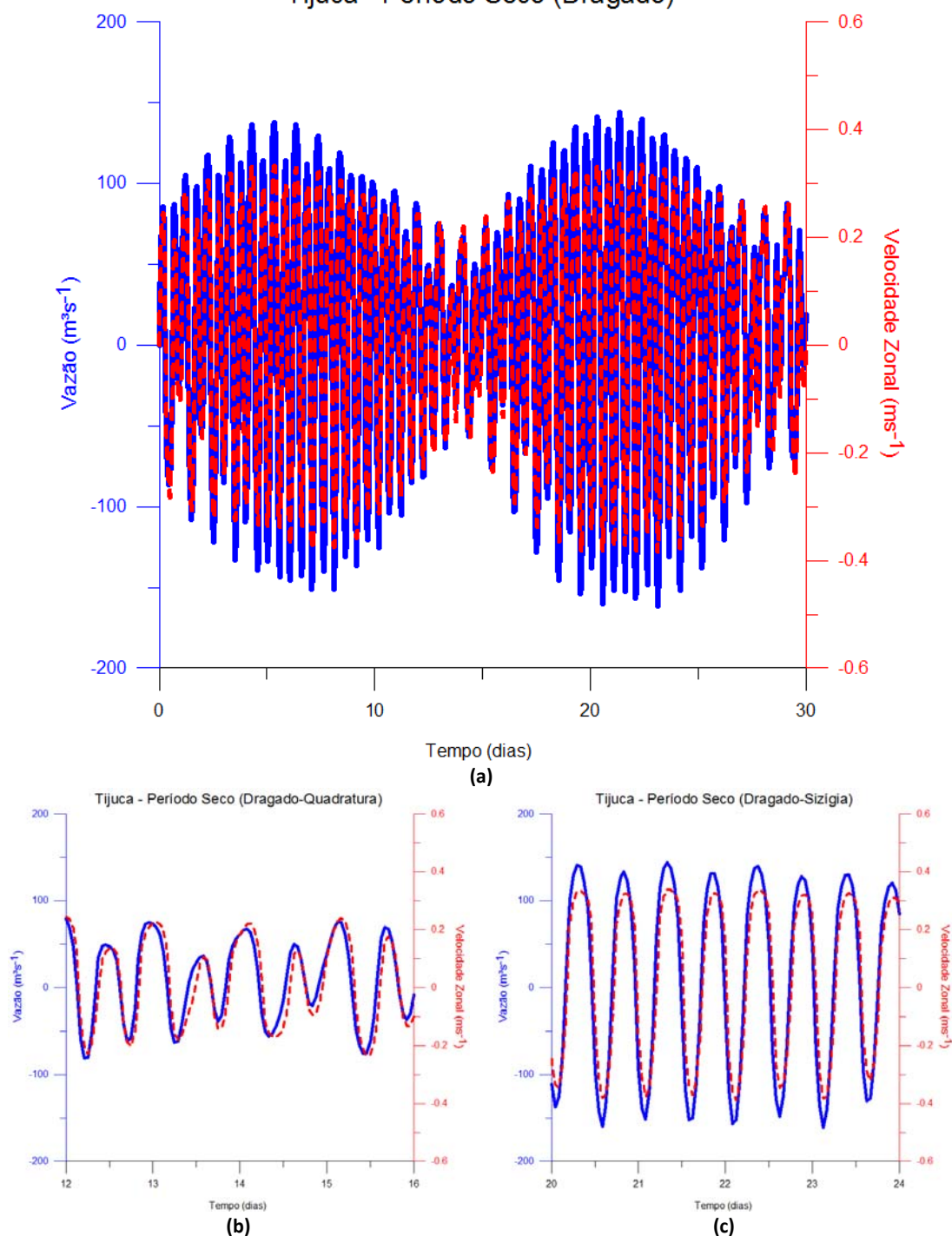


Figura 1.3.13-48: Vazão (linha contínua em azul) e velocidade (linha pontilhada em vermelho) no Ponto P2 localizado na Lagoa da Tijuca durante o período seco para o cenário Dragado. (a) Período de 30 dias, (b) Zoom com detalhe na quadratura e (c) Zoom com detalhe na sizígia. Velocidade zonal corresponde a velocidade no sentido leste/oeste.

Tijuca - Período Chuvoso (Atual)

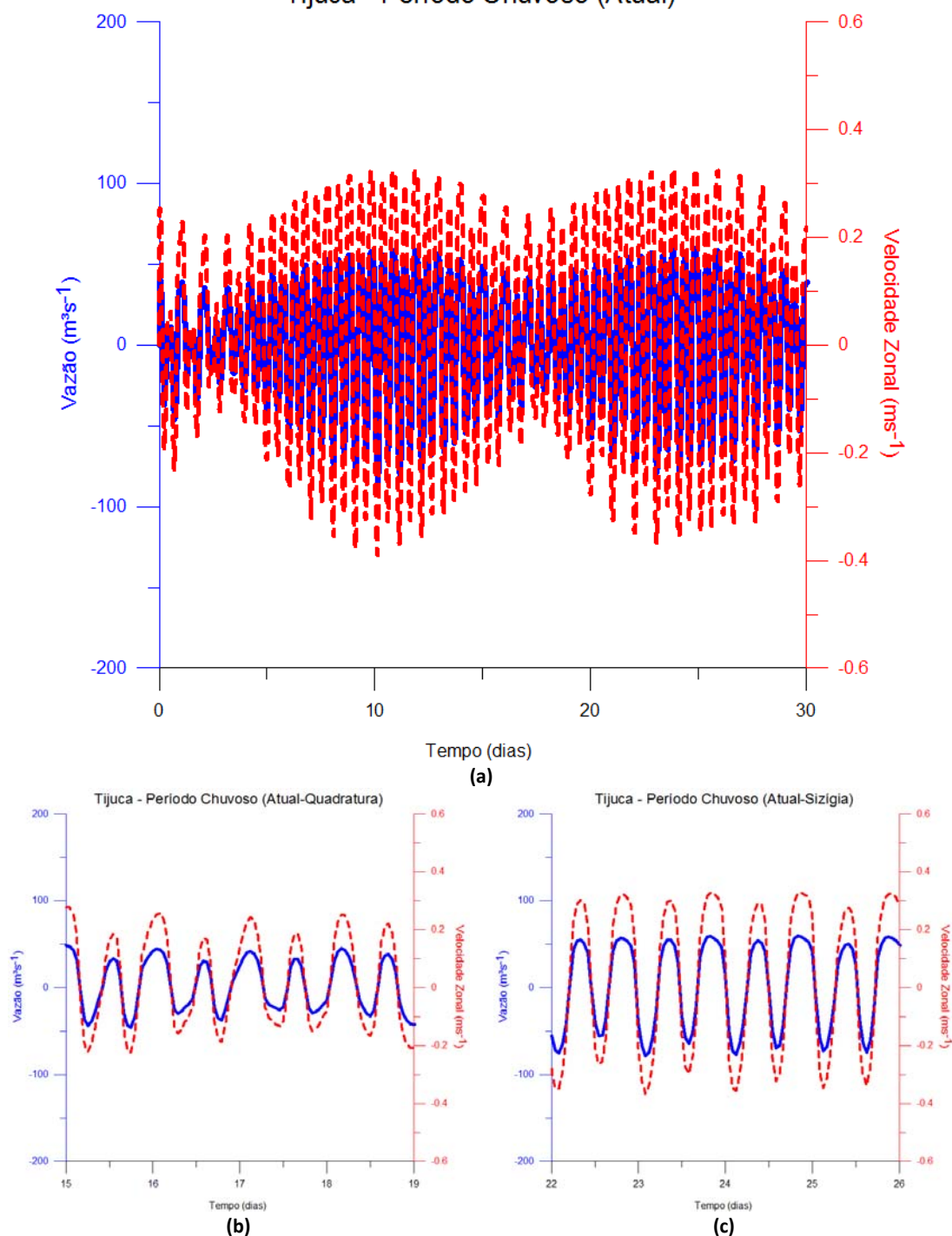


Figura 1.3.13-49: Vazão (linha contínua em azul) e velocidade (linha pontilhada em vermelho) no Ponto P2 localizado na Lagoa da Tijuca durante o período chuvoso para o cenário Atual. (a) Período de 30 dias, (b) Zoom com detalhe na quadratura e (c) Zoom com detalhe na sizígia. Velocidade zonal corresponde a velocidade no sentido leste/oeste.

Tijuca - Período Chuvoso (Dragado)

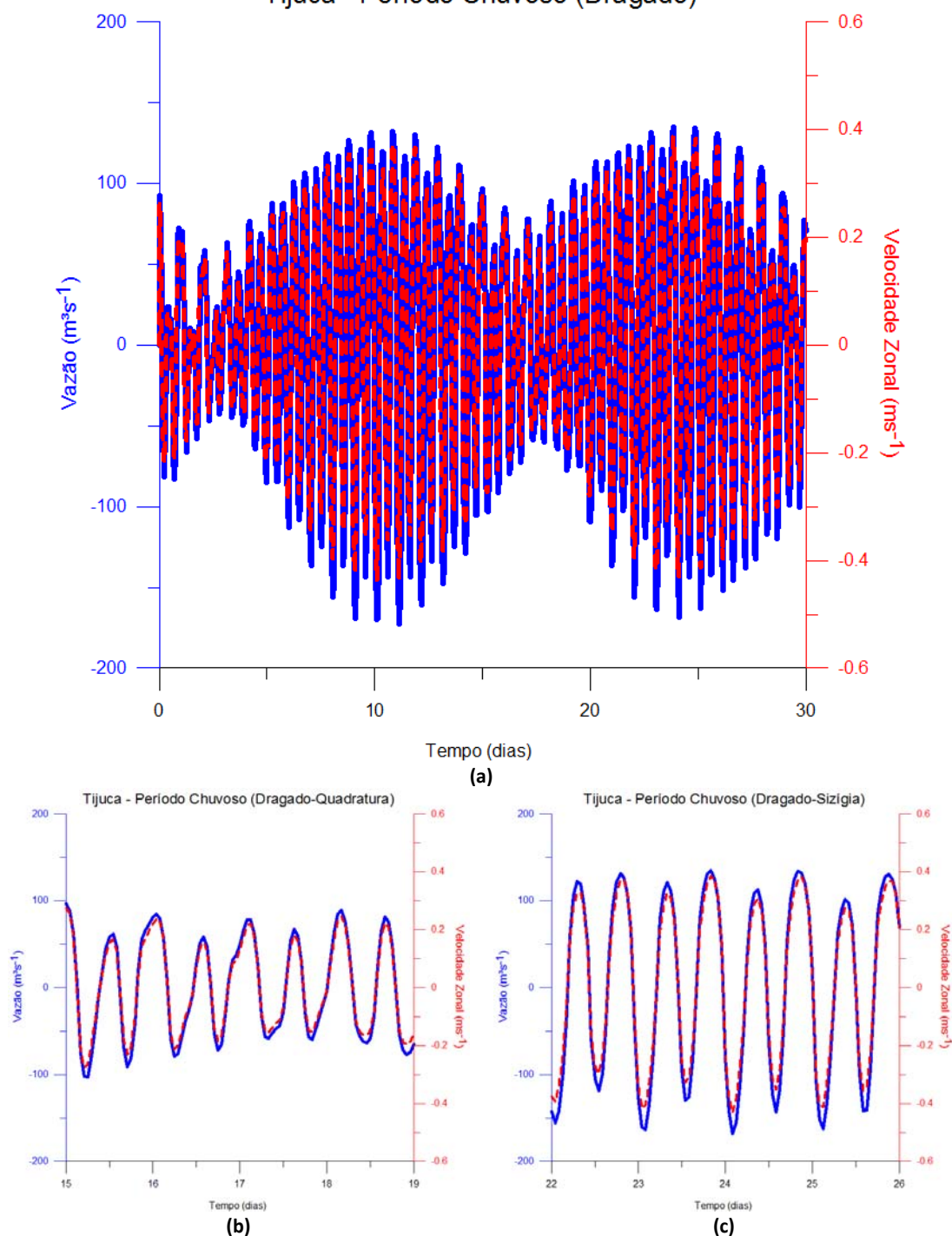
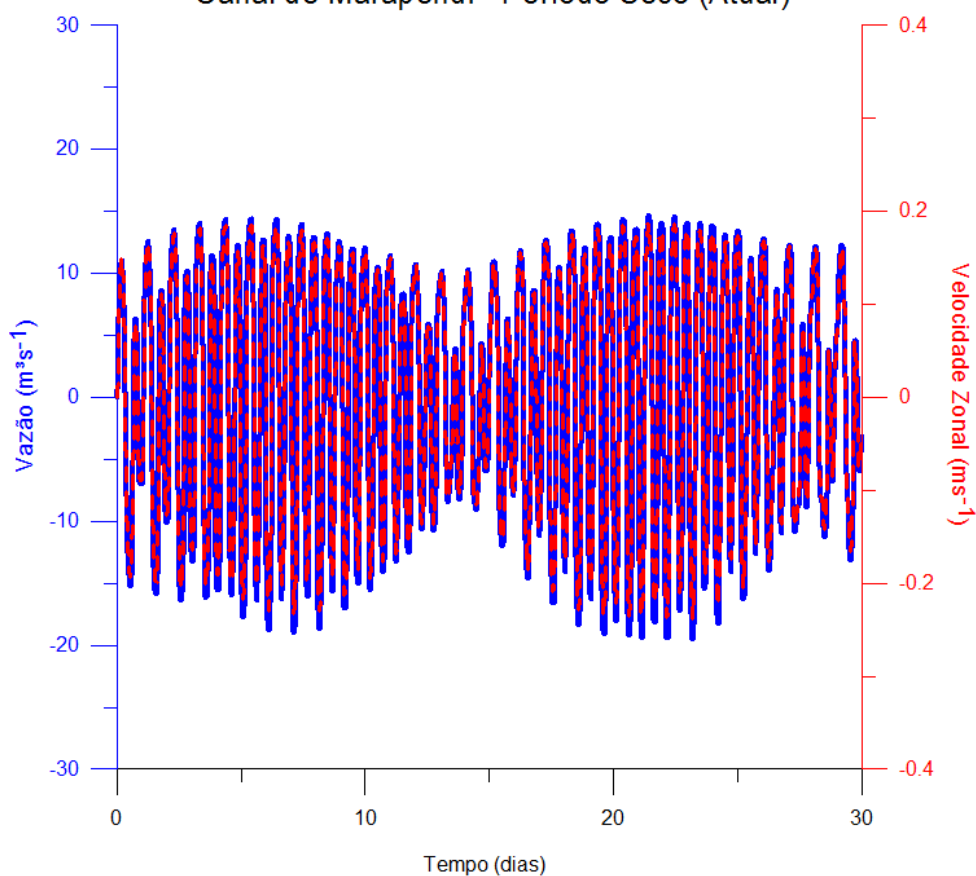


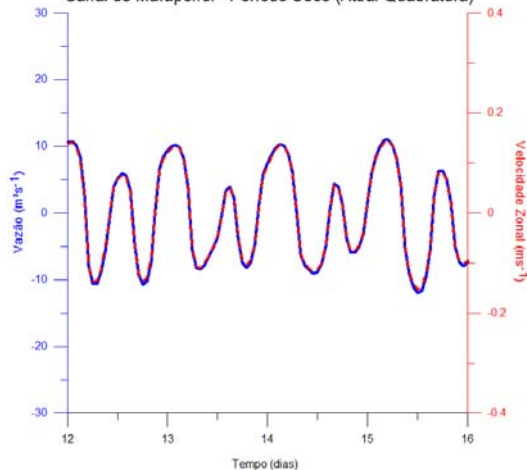
Figura 1.3.13-50: Vazão (linha contínua em azul) e velocidade (linha pontilhada em vermelho) no Ponto P2 localizado na Lagoa da Tijuca durante o período chuvoso para os cenário Dragado. (a) Período de 30 dias, (b) Zoom com detalhe na quadratura e (c) Zoom com detalhe na sizígia. Velocidade zonal corresponde a velocidade no sentido leste/oeste.

Canal de Marapendi - Período Seco (Atual)



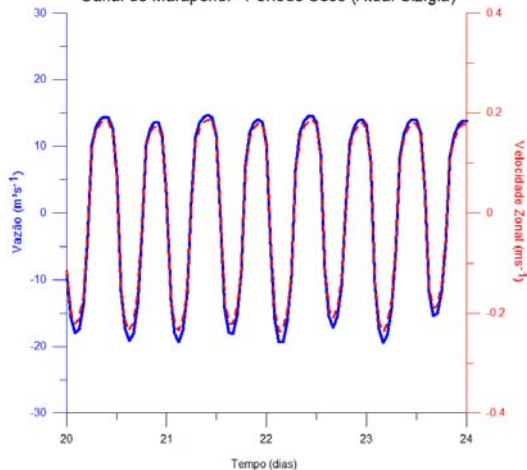
(a)

Canal de Marapendi - Período Seco (Atual-Quadratura)



(b)

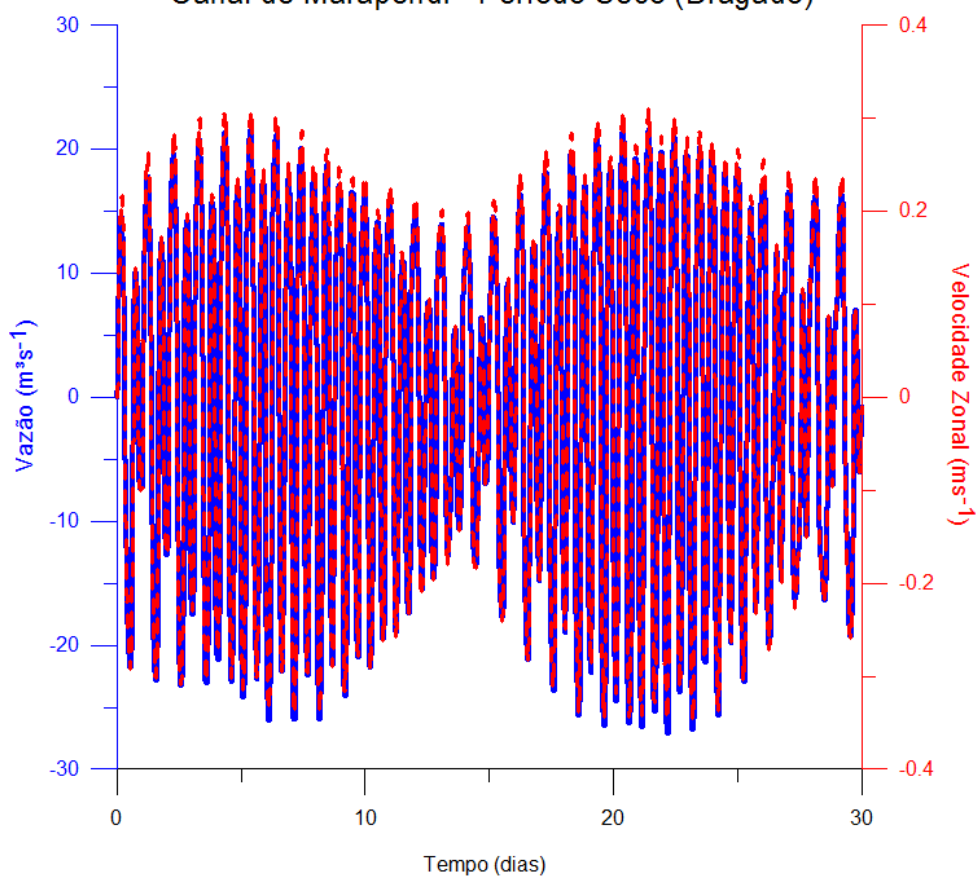
Canal de Marapendi - Período Seco (Atual-Sizigia)



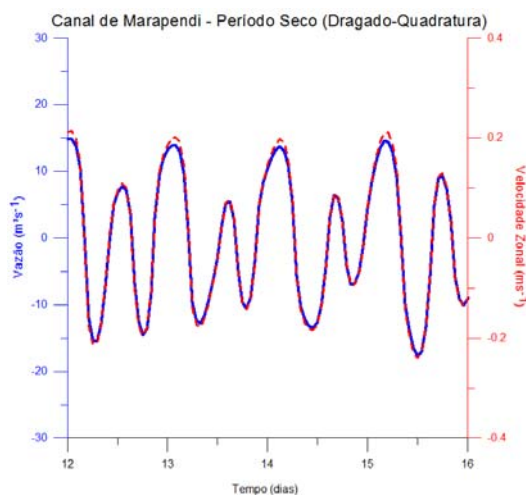
(c)

Figura 1.3.13-51: Vazão (linha contínua em azul) e velocidade (linha pontilhada em vermelho) no Ponto P3 localizado na Lagoa de Marapendi durante o período seco para o cenário Atual. (a) Período de 30 dias, (b) Zoom com detalhe na quadratura e (c) Zoom com detalhe na sizigia. Velocidade zonal corresponde a velocidade no sentido leste/oeste.

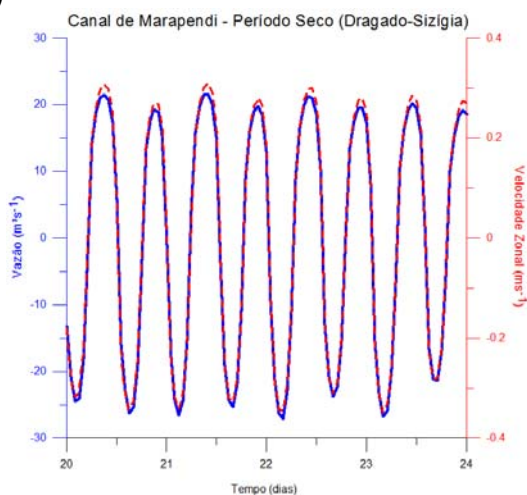
Canal de Marapendi - Período Seco (Dragado)



(a)



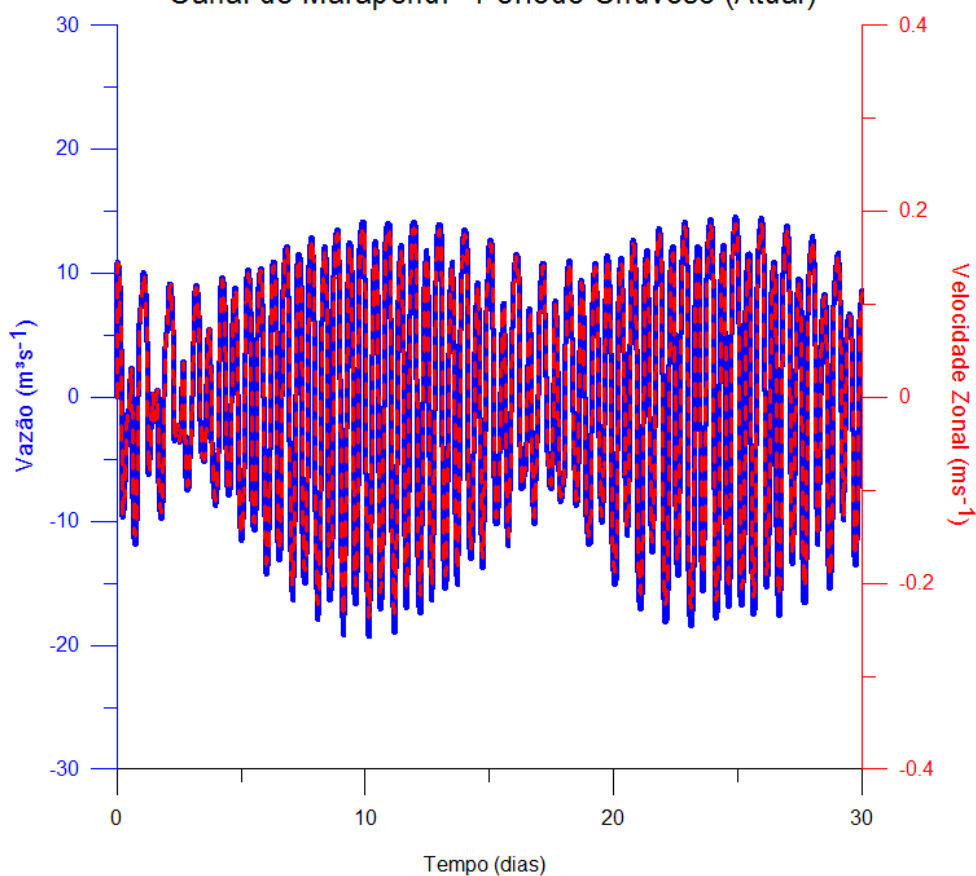
(b)



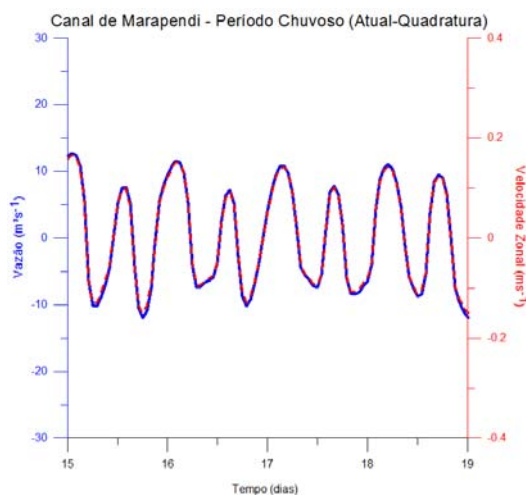
(c)

Figura 1.3.13-52: Vazão (linha contínua em azul) e velocidade (linha pontilhada em vermelho) no Ponto P3 localizado na Lagoa de Marapendi durante o período seco para o cenário Dragado. (a) Período de 30 dias, (b) Zoom com detalhe na quadratura e (c) Zoom com detalhe na sizigia. Velocidade zonal corresponde a velocidade no sentido leste/oeste.

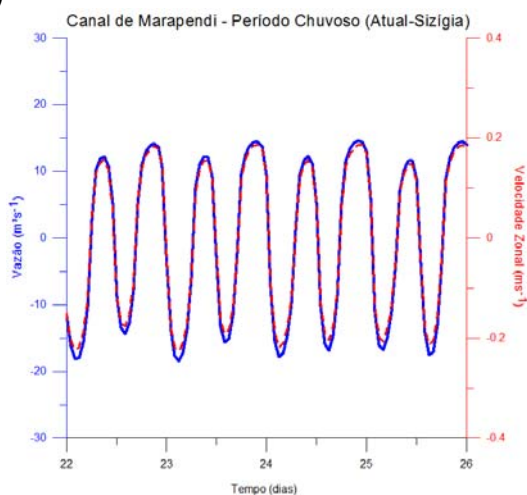
Canal de Marapendi - Período Chuvoso (Atual)



(a)



(b)



(c)

Figura 1.3.13-53: Vazão (linha contínua em azul) e velocidade (linha pontilhada em vermelho) no Ponto P3 localizado na Lagoa de Marapendi durante o período chuvoso para o cenário Atual. (a) Período de 30 dias, (b) Zoom com detalhe na quadratura e (c) Zoom com detalhe na sizigia. Velocidade zonal corresponde a velocidade no sentido leste/oeste.

Canal de Marapendi - Período Chuvoso (Dragado)

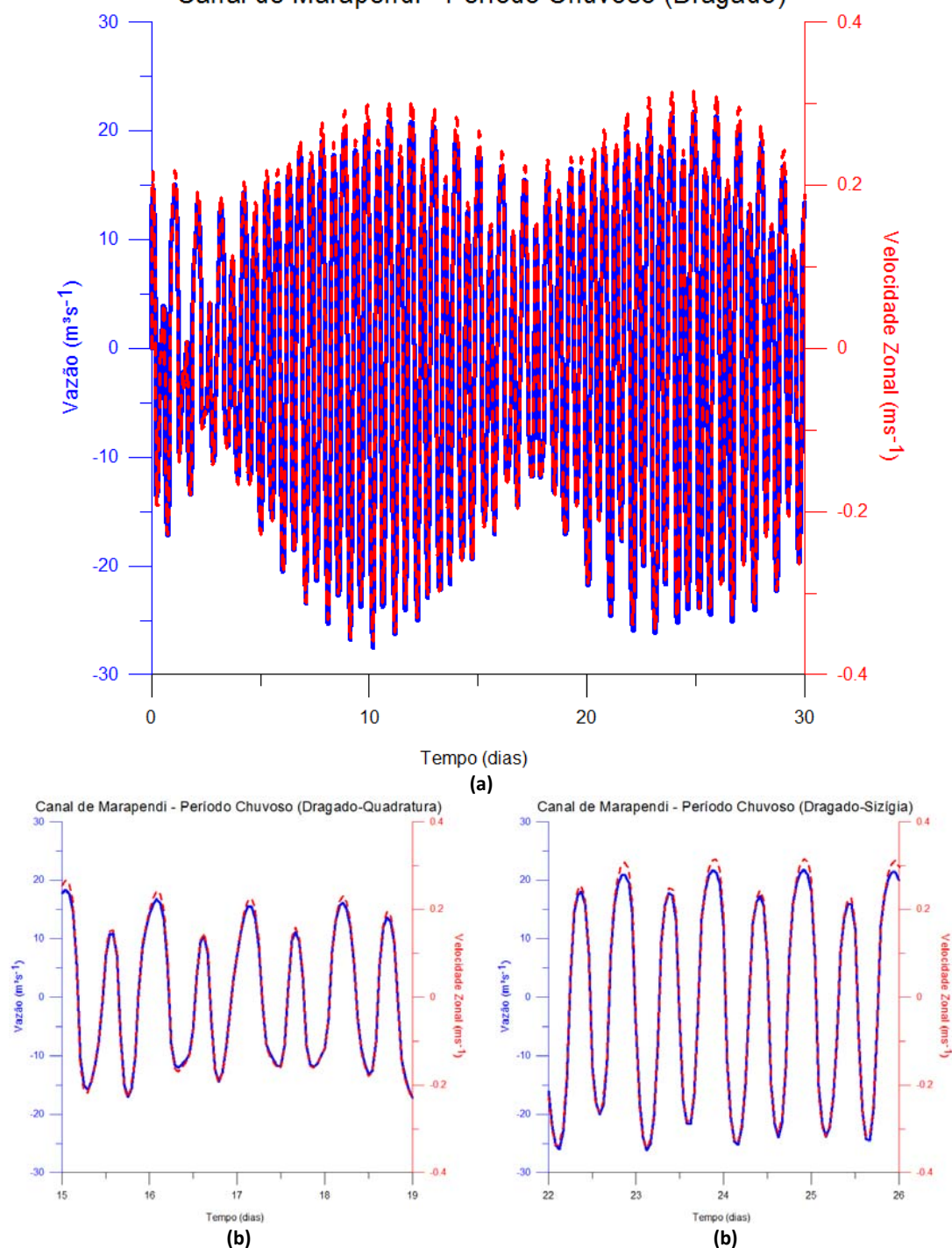


Figura 1.3.13-54: Vazão (linha contínua em azul) e velocidade (linha pontilhada em vermelho) no Ponto P3 localizado na Lagoa de Marapendi durante o período chuvoso para o cenário Dragado. (a) Período de 30 dias, (b) Zoom com detalhe na quadratura e (c) Zoom com detalhe na sizígia. Velocidade zonal corresponde a velocidade no sentido leste/oeste.

A partir do **Quadro 1.3.13-16** e **Quadro 1.3.13-17** nota-se que após a dragagem em instantes de preamar haverá um acréscimo de cerca 5 cm a 9 cm do nível de água, enquanto que durante a baixamar haverá uma diminuição de cerca de 6 cm a 12 cm. O nível médio de água do Complexo Lagunar de Jacarepaguá diminuirá em torno de 1 cm.

Quadro 1.3.13-16: Valores máximos e mínimos de elevação nos canais do Complexo Lagunar de Jacarepaguá nos cenários Atual e Dragado durante o período chuvoso.

Lagoa/Canal	Elevação Máxima			Elevação Mínima			Elevação Média		
	Atual (m)	Dragado (m)	Diferença (m)	Atual (m)	Dragado (m)	Diferença (m)	Atual (m)	Dragado (m)	Diferença (m)
P1 (Camorim)	0,19	0,30	0,11	-0,08	-0,18	0,10	0,06	0,05	0,01
P2 (Tijuca)	0,24	0,33	0,09	-0,12	-0,24	0,12	0,05	0,04	0,01
P3 (Marapendi)	0,17	0,22	0,05	-0,08	-0,14	0,06	0,05	0,04	0,01

Quadro 1.3.13-17: Valores máximos e mínimos de elevação nos canais do Complexo Lagunar de Jacarepaguá nos cenários Atual e Dragado durante o período seco.

Lagoa/Canal	Elevação Máxima			Elevação Mínima			Elevação Média		
	Atual (m)	Dragado (m)	Diferença (m)	Atual (m)	Dragado (m)	Diferença (m)	Atual (m)	Dragado (m)	Diferença (m)
P1 (Camorim)	0,18	0,26	0,08	0,05	0,22	0,17	0,06	0,03	0,03
P2 (Tijuca)	0,23	0,30	0,07	0,08	0,28	0,20	0,05	0,03	0,02
P3 (Marapendi)	0,18	0,20	0,02	0,06	0,11	0,05	0,05	0,03	0,02

Na **Figura 1.3.13-55** a **Figura 1.3.13-66** encontram-se os campos de módulo de velocidade para os cenários Atual e Dragado nos períodos de sizígia e quadratura durante a preamar e a baixamar no Complexo Lagunar de Jacarepaguá. Campos com módulo e direção de velocidade são apresentados no Canal da Joatinga e na Lagoa de Camorim, áreas em que foram identificadas as maiores alterações decorrentes da dragagem, esses campos correspondem ao período chuvoso.

A partir das figuras supracitadas é possível observar que o aumento no campo de velocidade ocorre essencialmente nos canais de Marapendi, Joatinga, na lagoa de Camorim e na Tijuca. Na lagoa de Jacarepaguá e Marapendi a mudança na intensidade das correntes foi menor e, sobretudo, localizou-se nas regiões próximas ao Canal de Marapendi e à lagoa de Camorim. Não foram identificadas estruturas vorticais com intensidade significativa.

Cabe lembrar que os termos preamar e baixa mar correspondem ao nível de maré na saída do Canal da Joatinga.

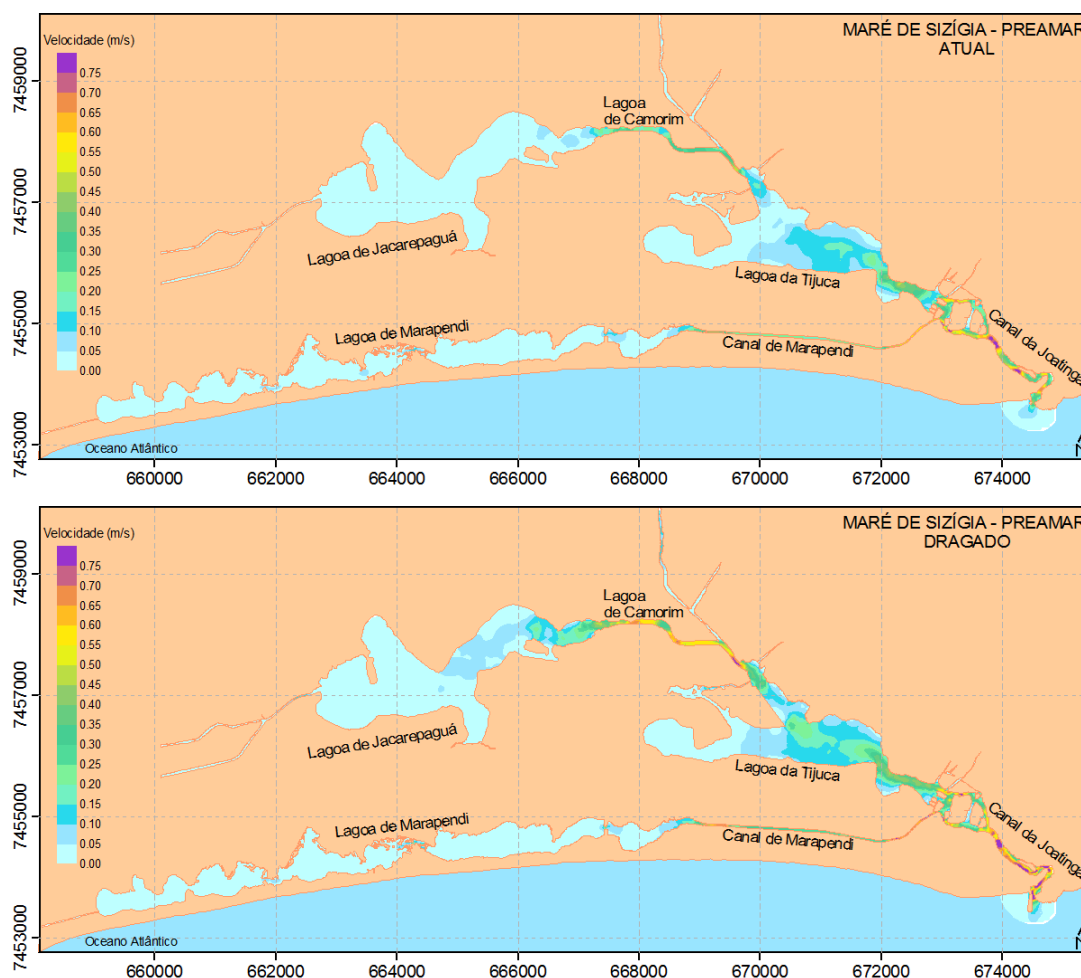


Figura 1.3.13-55: Módulo de velocidade no instante de preamar típico de sizígia para os cenários Atual (painel superior) e Dragado (painel inferior).

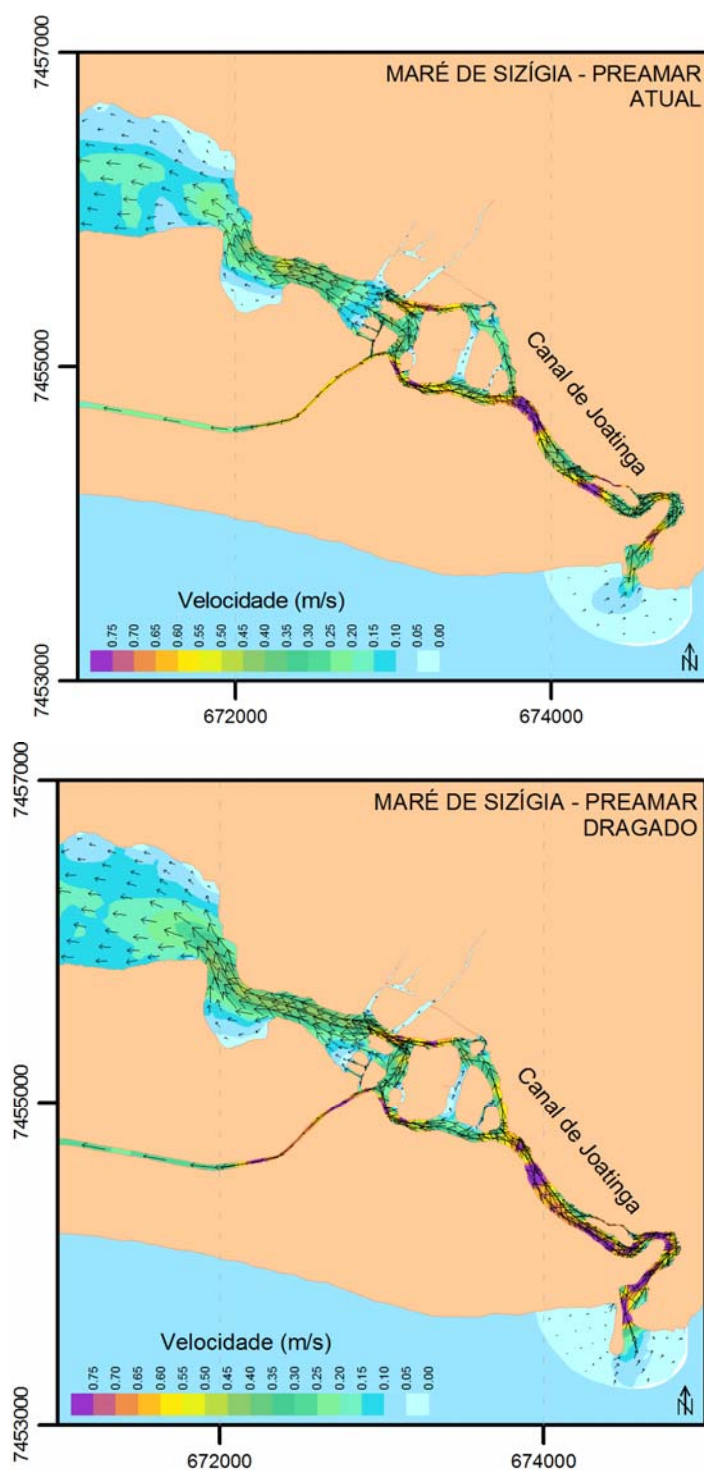


Figura 1.3.13-56: Detalhe da direção e magnitude da velocidade no instante de preamar típico de sizígia para os cenários Atual (painel superior) e Dragado (painel inferior) no Canal da Joatinga.

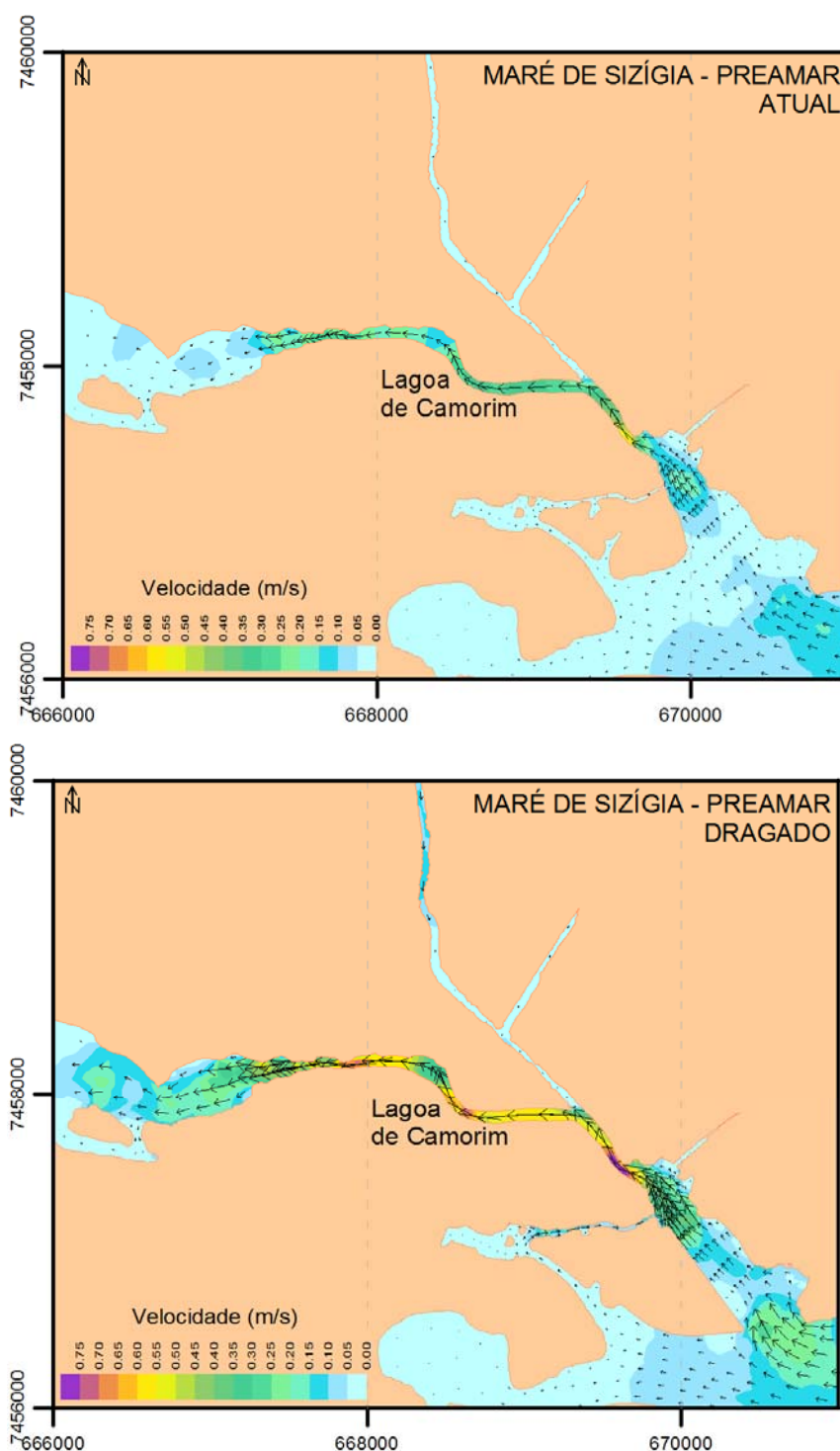


Figura 1.3.13-57: Detalhe da direção e magnitude da velocidade no instante de preamar típico de sizígia para os cenários Atual (painel superior) e Dragado (painel inferior) na Lagoa de Camorim.

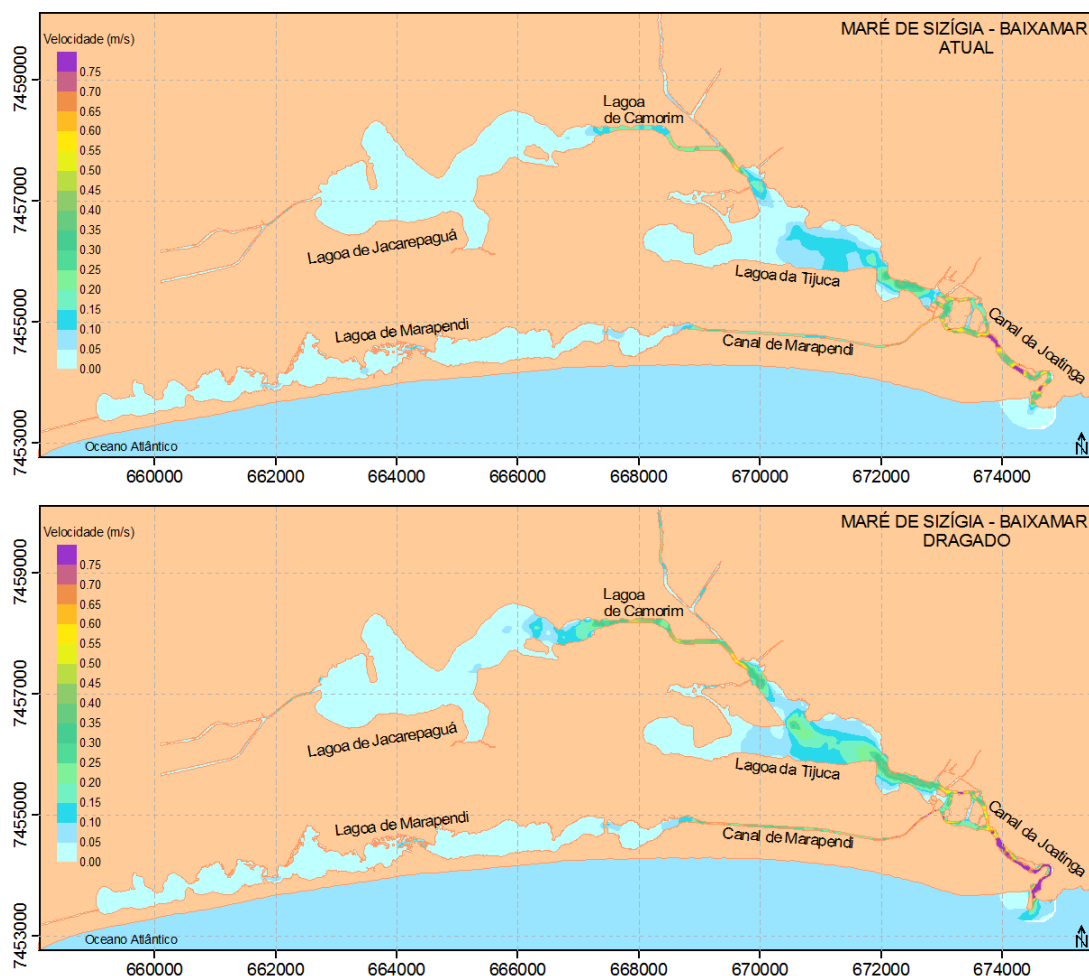


Figura 1.3.13-58: Módulo de velocidade no instante de baixamar típico de sizígia para os cenários Atual (painel superior) e Dragado (painel inferior).

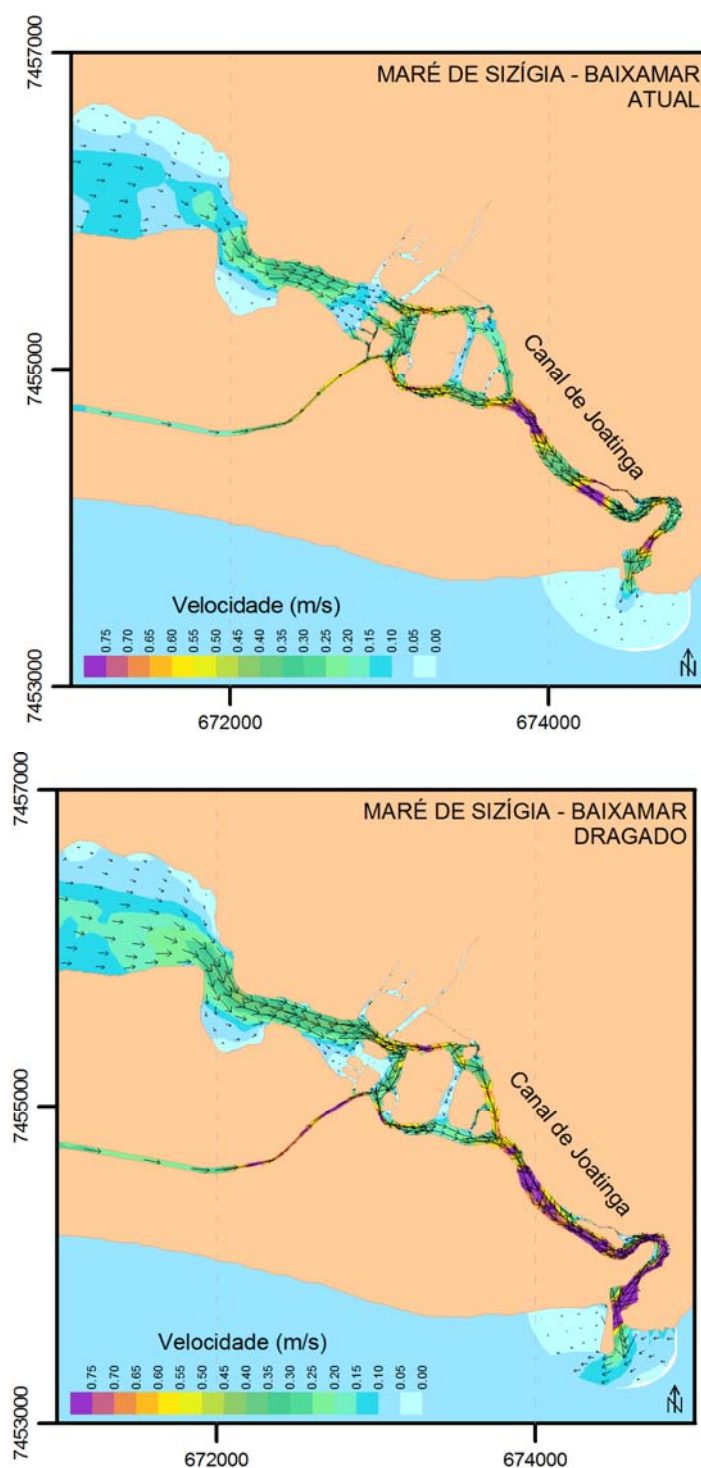


Figura 1.3.13-59: Detalhe da direção e magnitude da velocidade no instante de baixamar típico de sizígia para os cenários Atual (painel superior) e Dragado (painel inferior) no Canal da Joatinga.

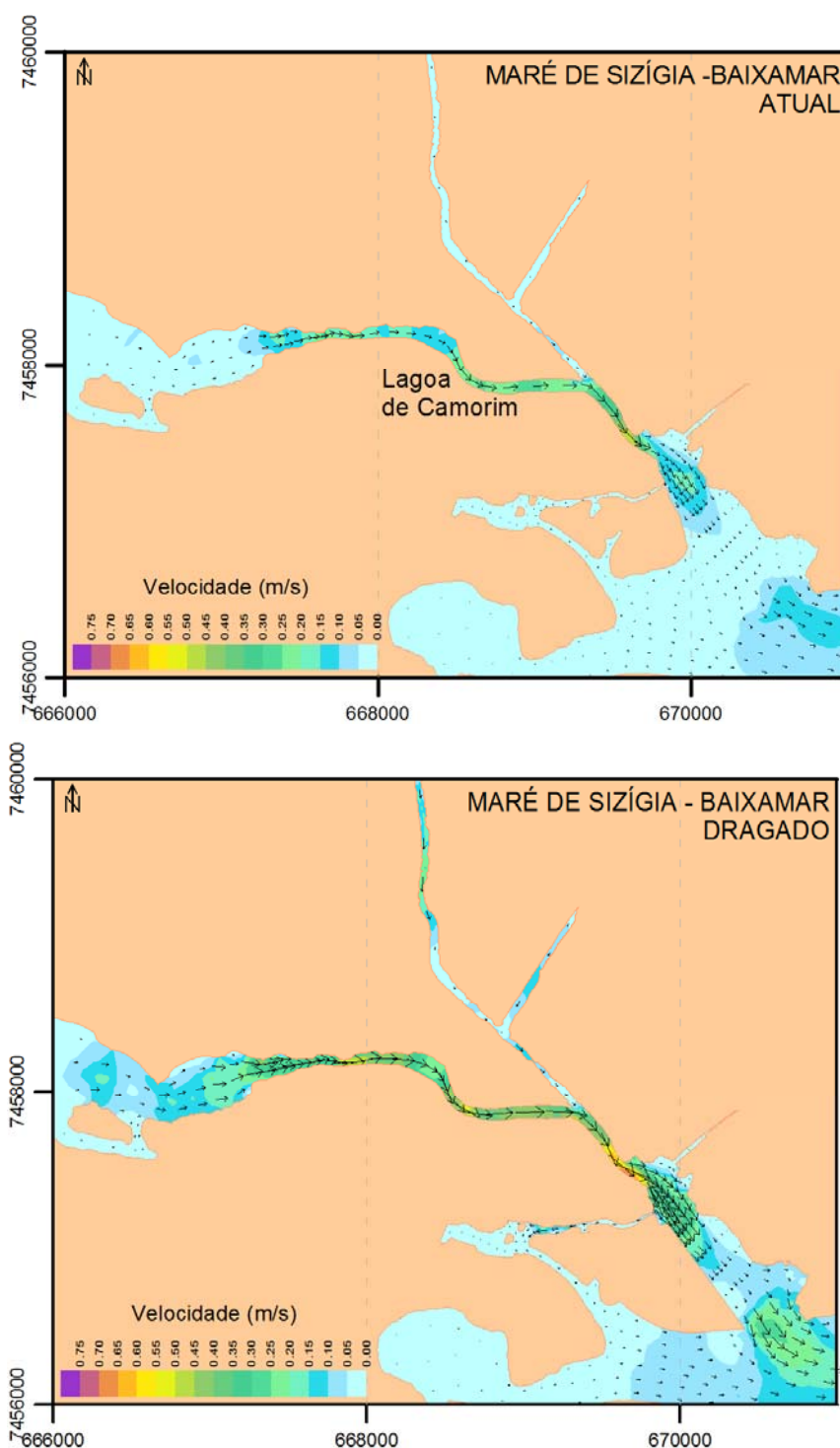


Figura 1.3.13-60: Detalhe da direção e magnitude da velocidade no instante de baixamar típico de sizígia para os cenários Atual (painel superior) e Dragado (painel inferior) na Lagoa de Camorim.

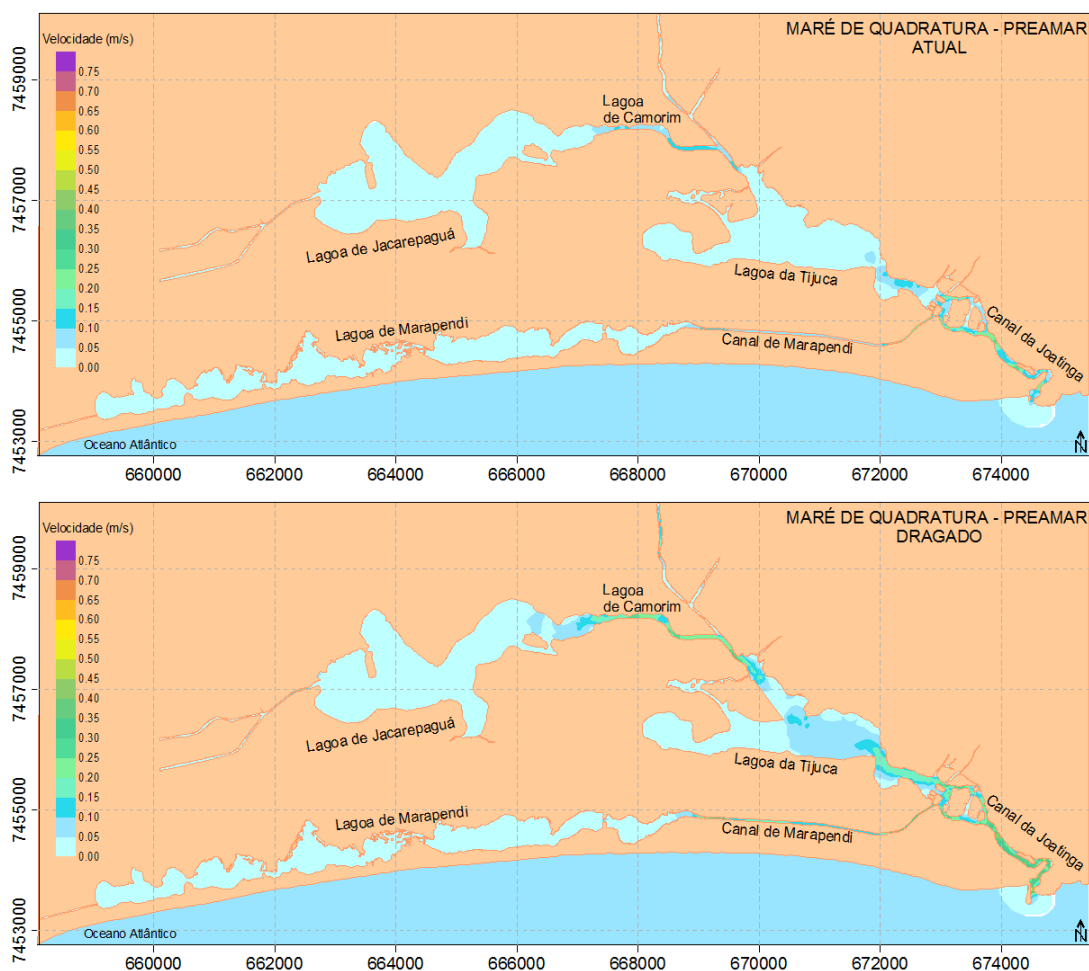


Figura 1.3.13-61: Módulo de velocidade no instante de preamar típico de quadratura para os cenários Atual (painel superior) e Dragado (painel inferior).

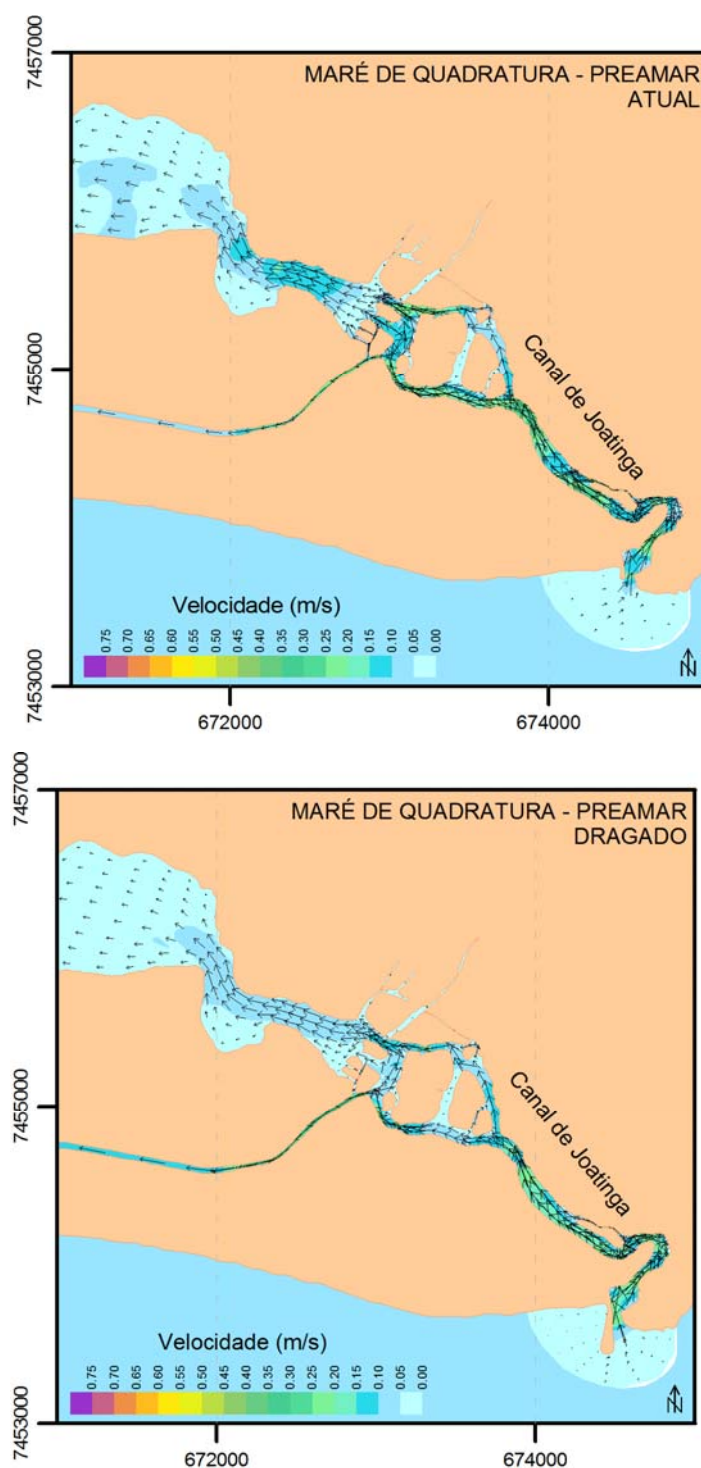


Figura 1.3.13-62: Detalhe da direção e magnitude da velocidade no instante de preamar típico de quadratura para os cenários Atual (painel superior) e Dragado (painel inferior) no Canal da Joatinga.

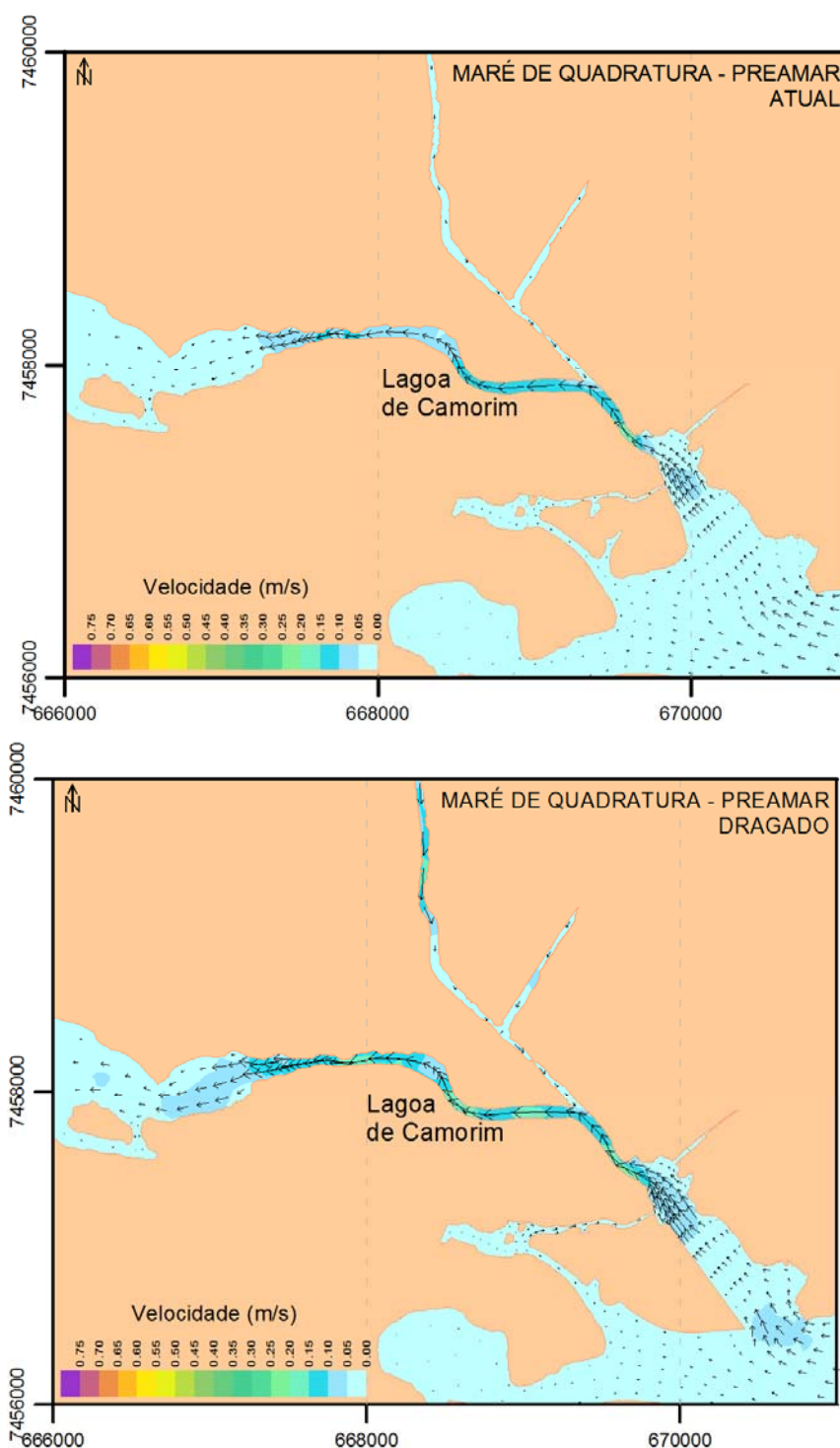


Figura 1.3.13-63: Detalhe da direção e magnitude da velocidade no instante de preamar típico de quadratura para os cenários Atual (painel superior) e Dragado (painel inferior) na Lagoa de Camorim.

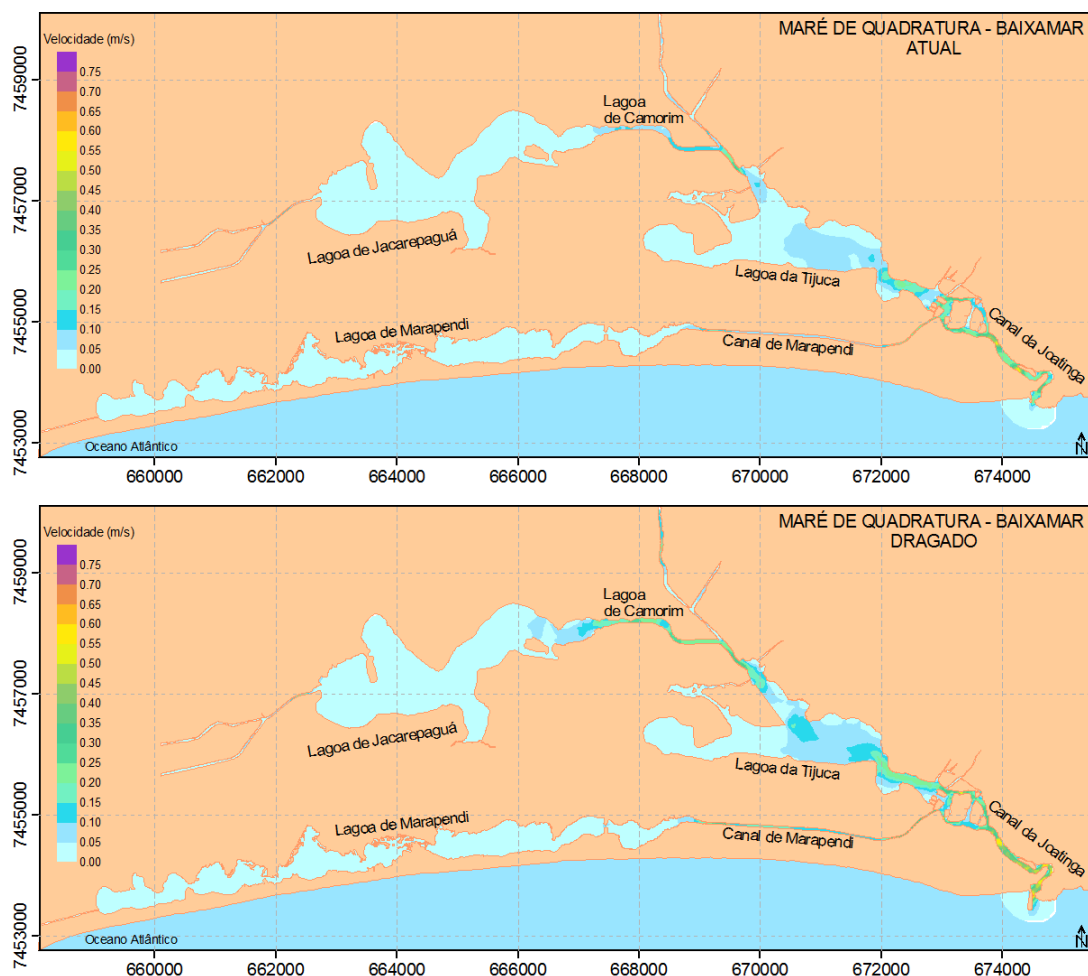


Figura 1.3.13-64: Módulo de velocidade no instante de baixamar típico de quadratura para os cenários Atual (painel superior) e Dragado (painel inferior).

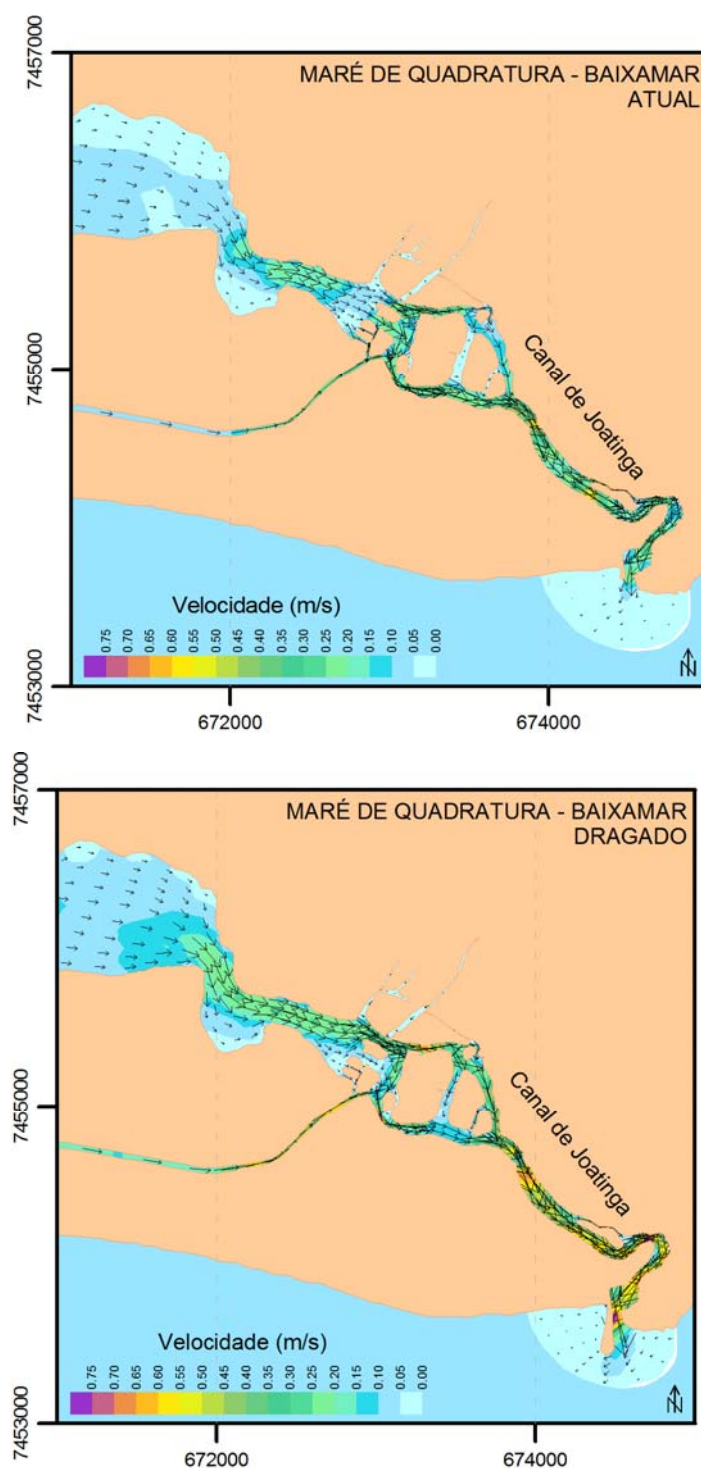


Figura 1.3.13-65: Detalhe da direção e magnitude da velocidade no instante de baixamar típico de quadratura para os cenários Atual (painel superior) e Dragado (painel inferior) no Canal da Joatinga.

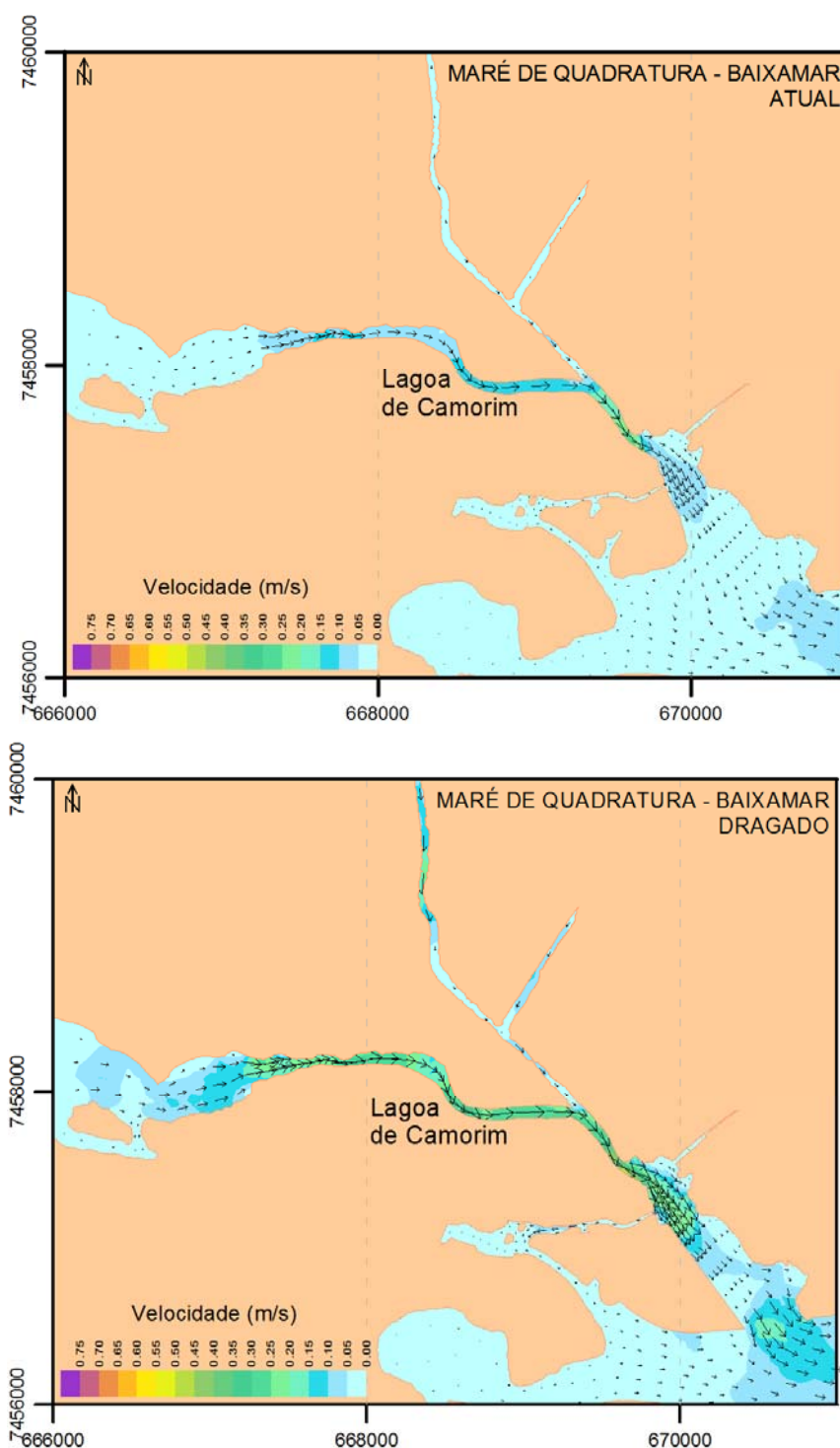


Figura 1.3.13-66: Detalhe da direção e magnitude da velocidade no instante de baixamar típico de quadratura para os cenários Atual (painel superior) e Dragado (painel inferior) na Lagoa de Camorim.

Áreas Alagáveis e Secas

Devido ao longo processo de assoreamento, diversas áreas do Complexo Lagunar de Jacarepaguá apresentam profundidades bastante reduzidas, ficando expostas (secas) em grande parte do tempo. Um dos benefícios da dragagem do Complexo Lagunar será reduzir essas áreas secas, melhorando a circulação, a navegabilidade e a paisagem local. O compartimento que mais sofre esse problema é a Lagoa da Tijuca, onde atualmente a navegabilidade é comprometida devido a existências de muitos pontos com profundidades reduzidas e à má sinalização dos canais de navegação, resultando em perigo constante de encalhamento das embarcações.

As regiões secas no Complexo Lagunar de Jacarepaguá aumentam ou diminuem de área em função de dois fatores, a oscilação do nível da água (maré) e a batimetria local. Devido ao fato de que as intervenções propostas irão alterar ambos os fatores – a batimetria, através da dragagem e a oscilação da maré – neste item objetiva-se analisar o efeito conjunto das alterações dos mesmos sobre as áreas secas e alagáveis do Complexo Lagunar. A análise foi realizada para os momentos críticos de maré, a saber, preamar e baixamar, para maré de sizígia e quadratura.

Da **Figura 1.3.13-67** a **Figura 1.3.13-74**, são apresentados os mapas das áreas das áreas secas e alagadas nos cenários Atual e Dragado, nos momentos de maré supracitados.

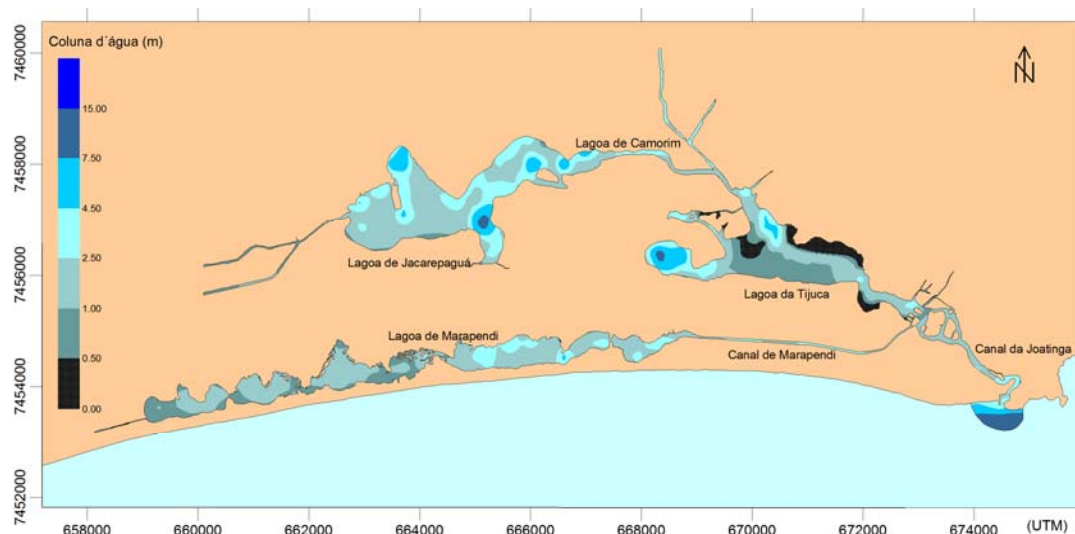


Figura 1.3.13-67: Mapa representativo das áreas secas (cinza) e alagadas (Azul), para o cenário Atual, durante a preamar de sizígia.

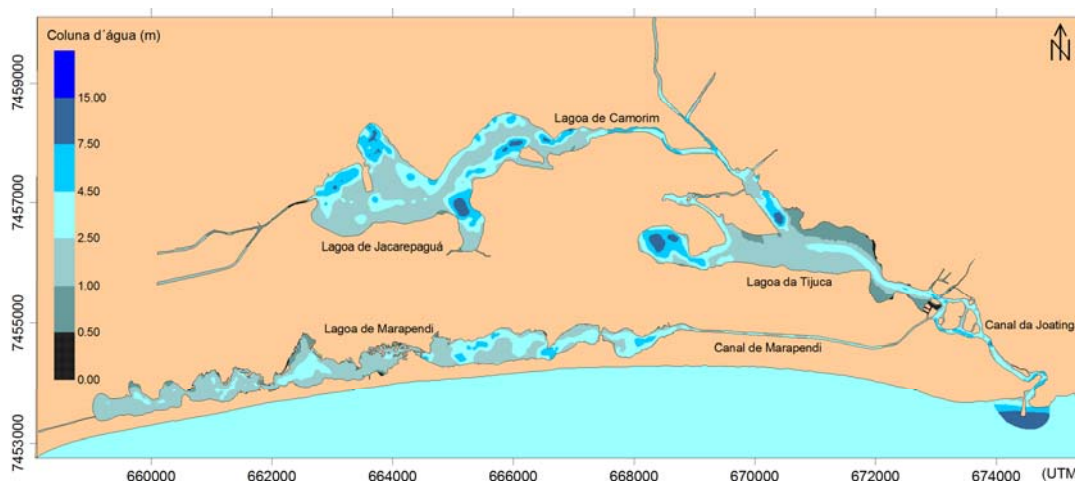


Figura1.3.13-68: Mapa representativo das áreas secas (cinza) e alagadas (Azul), para o cenário Dragado, a preamar de sizígia.

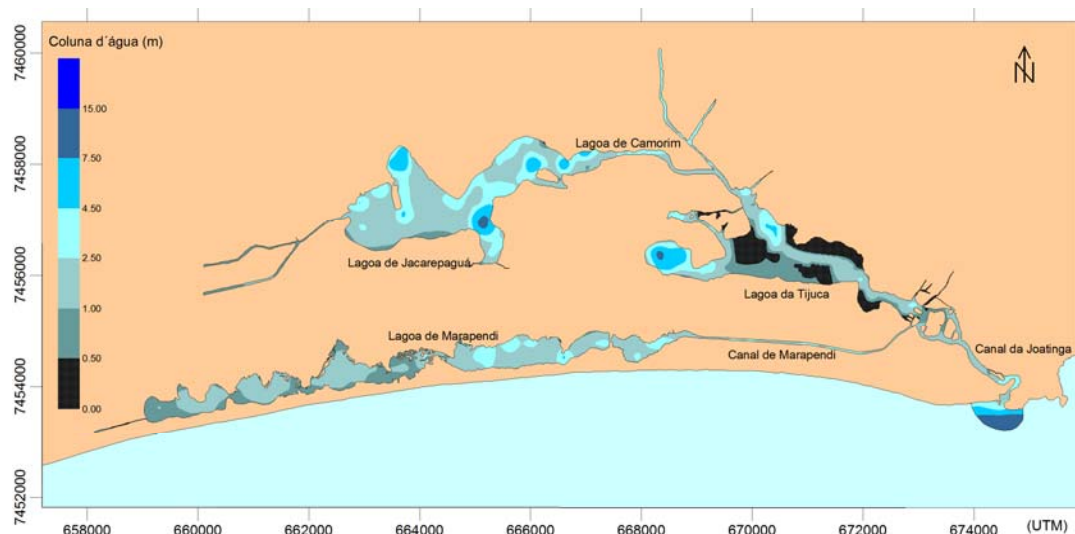


Figura1.3.13-69: Mapa representativo das áreas secas (cinza) e alagadas (Azul), para o cenário Atual, durante a baixamar de sizígia.

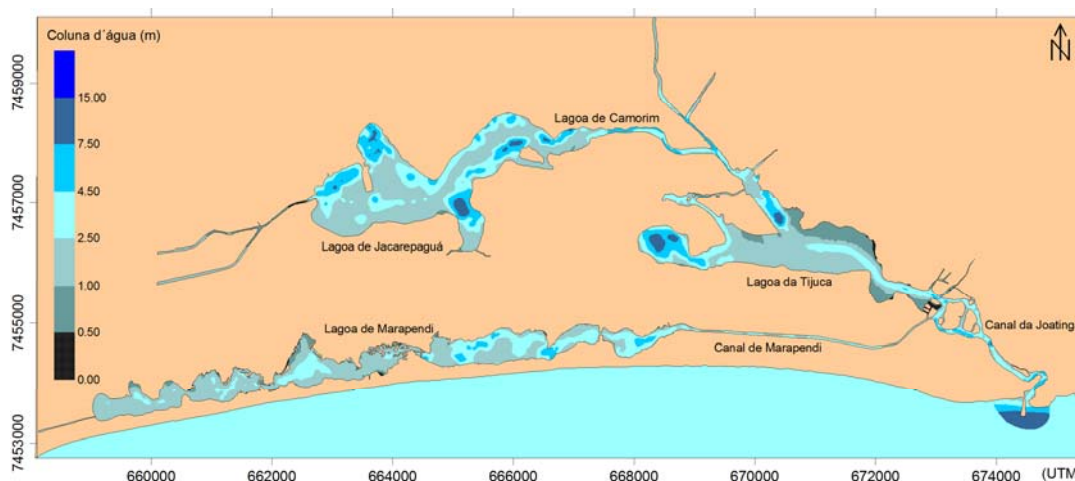


Figura1.3.13-70: Mapa representativo das áreas secas (cinza) e alagadas (Azul), para o cenário Dragado, durante a baixamar de sizígia.

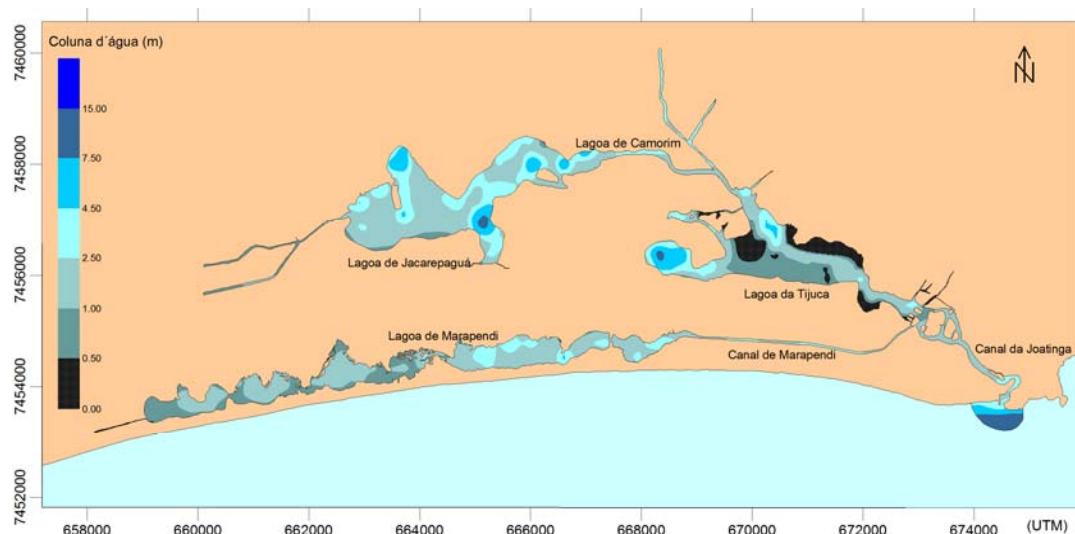


Figura1.3.13-71: Mapa representativo das áreas secas (cinza) e alagadas (Azul), para o cenário Atual, durante a preamar de quadratura.

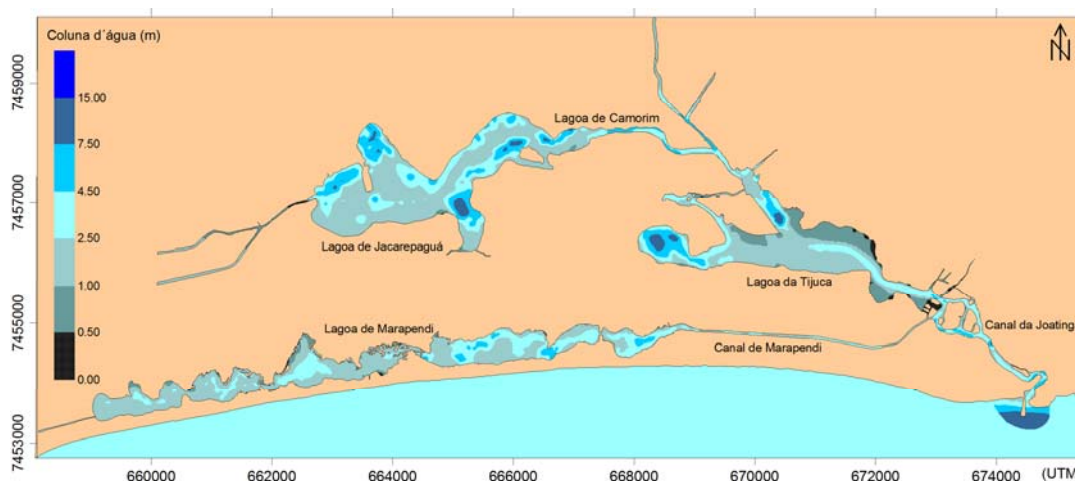


Figura1.3.13-72: Mapa representativo das áreas secas (cinza) e alagadas (Azul), para o cenário Dragado, durante a preamar de quadratura.

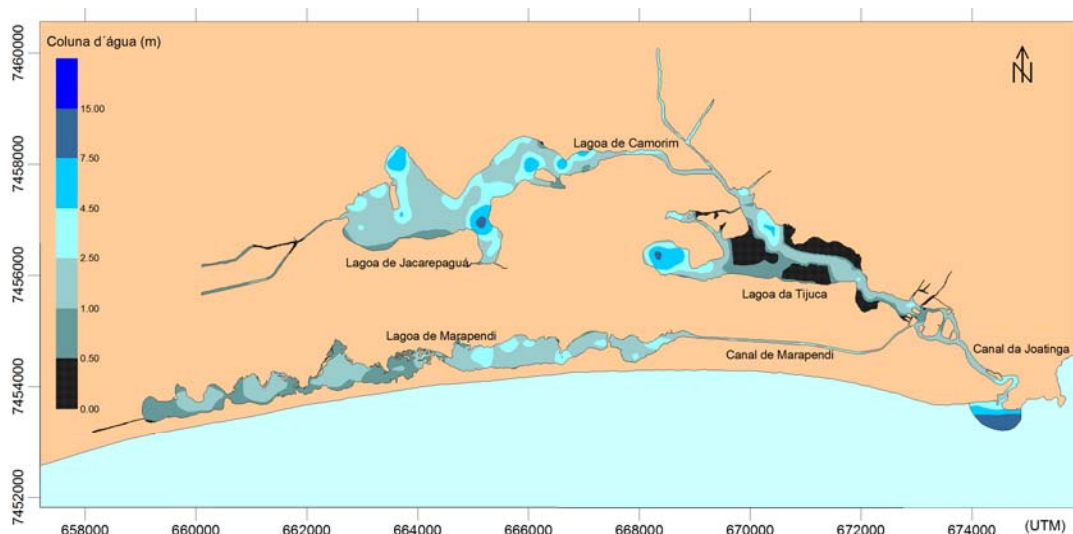


Figura 1.3.13-73: Mapa representativo das áreas secas (cinza) e alagadas (Azul), para o cenário Atual, durante a baixamar de quadratura.

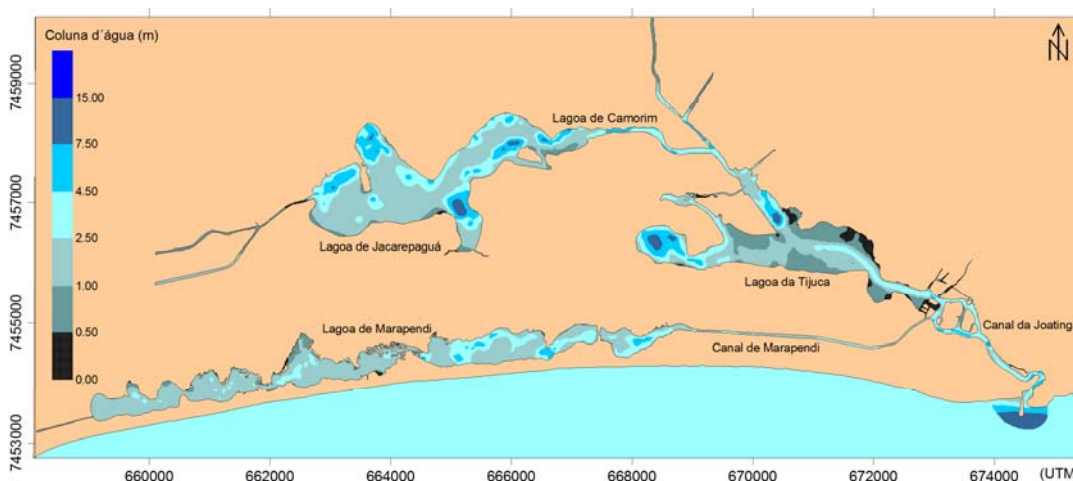


Figura 1.3.13-74: Mapa representativo das áreas secas (cinza) e alagadas (Azul), para o cenário Dragado, durante a baixamar de quadratura.

No geral, nota-se sensível diminuição das áreas secas devido à dragagem, para todos os instantes de maré.

Em contrapartida, em uma região da Lagoa da Tijuca localizada próximo à saída do Canal de Marapendi, o cenário Dragado resultou em um aumento da área seca durante a baixamar de sizígia.

No **Quadro 1.3.13-18** a seguir, apresentam-se os percentuais de redução de áreas secas em diferentes instantes de maré, devido às intervenções propostas no Projeto de Dragagem do Complexo Lagunar de Jacarepaguá.

Quadro 1.3.13-18: Áreas secas nos cenários Atual e Dragado e percentuais de redução de área, após as intervenções, durante a preamar e baixamar dos períodos de sizígia e quadratura.

		Área Pré-Dragagem (m ²)	Área Pós-Dragagem (m ²)	Alteração percentual
Sizígia	Preamar	415.756	88.964	79%
	Baixamar	819.068	598.717	27%
Quadratura	Preamar	574.518	104.867	82%
	Baixamar	930.917	419.468	55%

Conclui-se desta análise que as intervenções irão causar um aumento no percentual de áreas alagadas do Complexo Lagunar de Jacarepaguá nos instantes críticos de maré.

▪ Conclusões relacionadas ao comportamento hidrodinâmico

Em relação à proposta do projeto original, os resultados do modelo indicam que a intervenção de dragagem resultará num aumento entre 30% e 50% (**Quadro 1.3.13-12** e **Quadro 1.3.13-13**) da vazão nos principais pontos de interligação do Complexo Lagunar de Jacarepaguá. Haverá, portanto, uma troca mais intensa de água entre os compartimentos do sistema lagunar.

A elevação do nível de água, em instantes de preamar terá um acréscimo de cerca 5 cm a 9 cm, enquanto que durante a baixamar haverá uma diminuição de cerca de 6 cm a 12 cm (**Quadro 1.3.13-16** e **Quadro 1.3.13-17**). Tal resultado revela uma maior penetração da onda de maré no sistema lagunar e consequente maior aporte de água do mar no sistema lagunar a cada ciclo de maré.

O aumento das amplitudes de maré junto com o aprofundamento das lagoas proporcionará uma redução das áreas secas, para todos os instantes de maré. De acordo com os resultados do modelo hidrodinâmico (Figura 1.3.13-67 a Figura 1.3.13-74) a intervenção de dragagem proporcionará uma redução de aproximadamente 75% nas áreas que atualmente ficam descobertas de água com bancos de sedimentos expostos. No entanto, durante a baixamar de sizígia, na Tijuca, próximo à saída do Canal de Marapendi, houve um aumento da área seca no período.

Por fim, após a dragagem as velocidades máximas e mínimas dos canais de ligação entre as lagoas apresentaram uma diferença percentual de cerca de 60% e 30% em Camorim e em Marapendi, respectivamente. A velocidade máxima encontrada na seção da Tijuca aumentou apenas 25% (**Quadro 1.3.13-14** e **Quadro 1.3.13-15**).

O estudo complementar do comportamento hidrodinâmico encontra-se apresentado no Capítulo III nos itens “*Análise integrada dos eventos atuantes das seguintes atividades: despejo de efluentes industriais e domésticos, atividades turísticas e de lazer, lançamento de lixo, possibilidade de implementação de sistema de transporte aquaviário e obras de arte que alteram a circulação hidrodinâmica*” e “*Simulação do tempo de residência da água na lagoa, considerando picos de marés de sizígia e quadratura*”.

1.3.14. Estudo das alterações na Dinâmica Costeira em função do acréscimo do enrocamento, junto à entrada do Canal do Joatinga, identificando possíveis pontos de assoreamento e erosão

Neste item é apresentado um estudo das alterações no regime de ondas, correntes e mobilidade de sedimento, devido às intervenções previstas (prolongamento do guia-corrente e dragagem do canal da Joatinga). Também é apresentada uma avaliação de possíveis formatos e posições do guia-corrente que proporcionem a diminuição da agitação marítima na saída do Canal da Joatinga. As ferramentas utilizadas para tal análise foram o modelo SisBAHIA®, apresentado no subitem “*Modelo Hidrodinâmico*” no descritivo da Metodologia apresentada no item 1.3.13.

O presente item tem os seguintes objetivos específicos:

- Avaliar as condições típicas de incidências das ondas na região do guia corrente.
- Avaliar o transporte de sedimentos entre o canal da Joatainga e a praia do pepê.
- Orientar o projeto executivo em relação a definição do formato de guia-corrente que resulte em melhores condições de navegabilidade no canal da Joatinga.

A avaliação dos possíveis impactos relacionados às alterações na dinâmica costeira em função do acréscimo do enrocamento encontra-se apresentada no Capítulo IV do presente RAS.

O prolongamento do guia corrente situado no canto leste da praia da Barra da Tijuca, tem como objetivo principal evitar o assoreamento da desembocadura do Canal da Joatinga com sedimentos provenientes da praia da Barra da Tijuca (PROJCONSULT, 2011).

De acordo com o projeto original, o prolongamento consiste em um braço no lado Oeste do Canal da Joatinga, com extensão de 225 metros, seguindo um traçado reto, acompanhando o guia corrente já existente, até a profundidade de 9,5 m (Figura 1.3.14-1).



Figura 1.3.14-1: Imagem atual da área de estudo (acima) e projeto de extensão do guia corrente (abaixo). Observa-se na saída do Canal da Joatinga, o guia corrente e a faixa de areia “engordada” pelo transporte sedimentar da deriva litorânea.

O prolongamento do guia-corrente, em sinergia com a dragagem do Complexo Lagunar de Jacarepaguá, resultará em alterações na dinâmica costeira local.

▪ Metodologia

As modificações na dinâmica costeira no entorno da desembocadura do canal da Joatinga foram avaliadas a partir da aplicação dos seguintes modelos e metodologias:

- Avaliação da propagação das ondas ao largo até atingiram a região de interesse através do módulo de propagação do SisBAHIA® com o objetivo de avaliar as condições típicas de incidências das ondas na região do guia corrente;
- Avaliação do transporte de sedimentos induzido pelas correntes de maré no canal da Joatinga e na região do guia corrente através dos resultados do modelo hidrodinâmico do SisBAHIA® com o objetivo de avaliar o transporte de sedimentos entre o canal da Joatinga e a praia do Pepê;
- Avaliação das modificações das ondas com a ampliação do guia-corrente através da aplicação do modelo hidrodinâmico do SisBAHIA®, considerando diferentes alternativas de formato do guia corrente. Os objetivos deste tópico são avaliar a interação do prolongamento do molhe com as ondas locais e orientar o projeto executivo em relação a definição do formato de guia-corrente que resulte em melhores condições de navegabilidade no Canal da Joatinga.

Propagação de ondas ao largo

Para avaliação das ondas incidentes na região do guia corrente foi utilizado o módulo de propagação de ondas do SisBAHIA®. Tal módulo baseia-se na aproximação parabólica da "Equação com Declive Suave" - EDS (**Equação 1.3.14-1**), que parte da suposição de que as propriedades do meio variam suavemente em relação às distâncias da ordem do comprimento de onda, e por isso estas se comportariam como se estivessem se propagando sobre um fundo horizontal. Portanto, a relação de dispersão e a estrutura vertical do escoamento para profundidade constante podem ser utilizadas, possibilitando uma integração na vertical da equação governante, o que torna o problema bidimensional.

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(c c_g \frac{\partial \phi}{\partial x} \right) + \left(c c_g \frac{\partial \phi}{\partial y} \right) + k^2 c c_g \phi = 0$$

Equação 1.3.14-1: Equação com Declive Suave (EDS).

Onde:

ϕ = Função potencial de velocidade;

c = celeridade da onda;

c_g = celeridade de grupo;

k = número de onda.

A definição das características das ondas incidentes ao largo a serem propagadas no domínio de interesse foi feita com a mesma fonte de dados utilizada no estudo para a definição de onda presente no Relatório Final do Projeto (PROJCONSULT, 2011).

Quadro 1.3.14-1: Ocorrência de ondas de Sudoeste.

Hs (m)	T (s)											Soma
	<5,6	6,3	7,7	9,1	10,5	11,9	13,3	14,7	16,1	17,5	>18,2	
6 a 7				1	2	3	2	1	1			10
5 a 6			1	3	6	7	5	3	1			26
4 a 5			1	8	15	18	10	5	1	1		59
3 a 4			5	21	36	33	19	8	2	1		125
2 a 3		1	16	54	74	54	26	9	3	1		238
1 a 2		6	48	105	102	54	20	5	3	1		344
0 a 1	2	21	58	63	34	11	3	1	1			194
soma	2	28	129	255	269	180	85	32	12	4	0	

Fonte: Global WavesStatistics (Hogben, 1986).

Quadro 1.3.14-2: Ocorrência de ondas de Sul.

Hs (m)	T (s)											Soma
	<5,6	6,3	7,7	9,1	10,5	11,9	13,3	14,7	16,1	17,5	>18,2	
6 a 7					1	1	1	1				4
5 a 6				1	2	3	3	1	1			11
4 a 5			1	5	10	11	7	4	1	1		40
3 a 4		1	5	22	34	30	17	7	3	1		120
2 a 3		2	24	68	85	59	27	9	3	1		278
1 a 2	2	12	72	128	106	52	18	5	1			396
0 a 1	3	23	52	46	21	6	1					152
soma	5	38	154	270	259	162	74	27	9	3	0	

Fonte: Global WavesStatistics (Hogben, 1986).

Quadro 1.3.14-3: Ocorrência de ondas de Sudeste.

Hs (m)	T (s)											Soma
	<5,6	6,3	7,7	9,1	10,5	11,9	13,3	14,7	16,1	17,5	>18,2	
6 a 7					1	1						2
5 a 6				1	2	2	1					6
4 a 5			2	7	9	6	3	1				28
3 a 4		1	13	28	29	18	9	1				99
2 a 3		9	49	86	70	34	12	3	1			264
1 a 2	2	39	128	142	78	27	7	3	1			427
0 a 1	9	47	66	36	12	3						173
soma	11	96	258	300	201	91	32	8	2	0	0	

Fonte: Global WavesStatistics (Hogben, 1986).

A partir da análise do **Quadro 1.3.14-1**, **Quadro 1.3.14-2** e **Quadro 1.3.14-3** foi possível identificar que as ondas mais comuns na área são as de Sul e as de Sudeste com período de pico (Tp) de 9,1s e de Sudoeste, com Tp de 10,5 s.

Portanto, os 3 cenários de ondas ao largo estudados estão esquematizados no quadro a seguir:.

Quadro 1.3.14-4: Parâmetros utilizados no modelo de propagação de ondas.

	Sudeste	Sul	Sudoeste
Período (T)	9,1 s	9,1 s	10,5 s
Comprimento (L)	129,18 m	129,18 m	129,18 m
Limiar de profundidade de água profunda (h)	h > 32m	h > 32 m	h > 32 m

A **Figura 1.3.14-2**, a seguir, apresenta a batimetria utilizada nas simulações. A batimetria foi obtida a partir da mescla de dados da carta náutica nº 1500 com resolução de aproximadamente 2.000 metros e a batimetria fornecida pelo Relatório Final do Projeto (PROJCONSULT, 2011) para a região do entorno do guia corrente e entrada do Canal da Joatinga, com resolução de aproximadamente 5 metros.

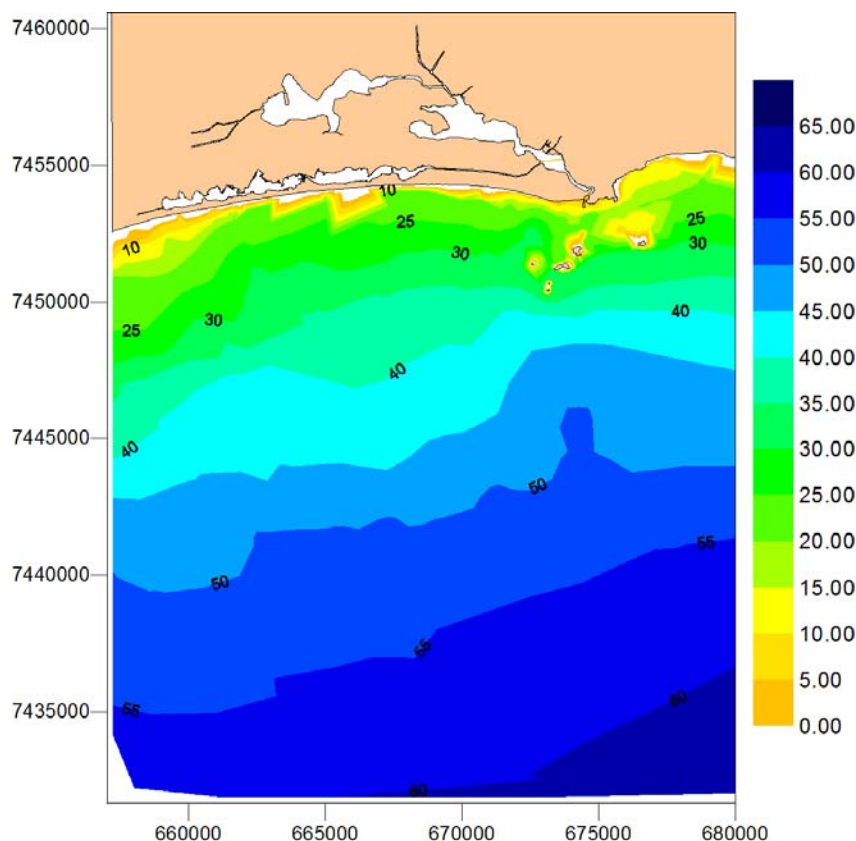


Figura 1.3.14-2: Batimetria utilizada. Valores interpolados com o método triangulação linear.

Mobilidade dos sedimentos no Canal da Joatinga

O processo de sedimentação e erosão, para uma determinada granulometria, depende da chamada tensão crítica de mobilidade (T_c). Pontos onde a tensão de arrasto (T) é superior à tensão crítica tendem a sofrer erosão, caso contrário, tendem a sofrer sedimentação.

O valor da tensão crítica de mobilidade pode ser estimado com base na função de Shields (θ), que representa um balanço entre as forças de distúrbio no grão e as forças estabilizadoras, ou seja, exprime a relação entre a força de atrito do fluido e a força do peso submerso do grão de sedimento (MILL, 2006).

$$\theta = \frac{\tau_0}{\gamma_a (S_s - 1) d} = \left(\frac{du}{v} \right); \quad S_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_a}$$

Equação 1.3.14-2: Cálculo da tensão crítica de mobilidade.

Onde:

τ_0 = Tensão no fundo

u = Velocidade de atrito no fundo;

d = Diâmetro do grão;

g = Aceleração da gravidade;

γ_s = Massa específica do grão;

γ_a = Massa específica do fluido.

Desta forma, determina-se uma tensão crítica (N/m^2) para a mobilidade do sedimento, em função das características do fluido (coeficiente de viscosidade cinemática e densidade do fluido) e do sedimento (diâmetro médio e densidade do grão). A tabela abaixo apresenta os parâmetros utilizados nesta análise. Foi utilizado um diâmetro de grão representativo da região da embocadura conforme apresentado no quadro a seguir.

Quadro 1.3.14-5: Parâmetros utilizados na análise de mobilidade de sedimento na região da saída do Canal da Joatinga.

Diâmetro do grão (mm)	Viscosidade Cinemática (m^2/s)	Densidade do Fluido (Kg/m^3)	Tensão Crítica de mobilidade (N/m^2)
0,3	$1,19 \times 10^{-6}$	1025	0,205

A partir das simulações hidrodinâmicas realizadas com o SisBaHia[®], foram analisados campos de corrente e de tensão de fundo para momentos de enchente e vazante de maré de sizígia e quadratura, nos cenários pré e pós-extensão do guia corrente.

Modificações das ondas devido a ampliação do guia-corrente

Foi elaborada uma malha de alta resolução (5 metros) para estudar o comportamento das ondas em maior detalhe e o efeito do prolongamento do guia corrente sobre as mesmas.

De acordo com Kjerfve (1997), o clima de ondas na região da costa do Rio de Janeiro pode ser genericamente dividido entre cenário de tempo bom, onde predominam ondas de Sudeste, com altura significativa média, ao largo, de 1,5 m e período de aproximadamente 7 segundos, e

cenário de mau tempo, quando ondas do quadrante SW incidem em uma faixa de altura de 2 a 4 metros com período de 8 a 12 s.

Portanto, para esta análise, foi aplicado o módulo hidrodinâmico do SisBahia[®] forçado nos contornos laterais com as ondas mais frequentes (Sudeste) e as ondas mais energéticas (Sudoeste).

Na **Figura 1.3.14-3** é possível observar as malhas confeccionadas para os cenários pré e pós-prolongamento do guia corrente, assim como a indicação dos pontos de extração das séries temporais de elevação, um a oeste do guia corrente e outro na saída do canal.

Os pontos da malha referentes ao contorno do guia corrente foram configurados com talude de 1,5 metros, ou seja, a cada 1 metro na horizontal eleva-se 1,5 metros na vertical, de modo a simular mais realisticamente a reflexão de onda. Esse valor está de acordo com o projeto original para a construção do prolongamento do guia corrente. Como o modelo não simula a quebra de onda nos contornos da praia foi aplicado um valor de talude exagerado, para dissipar a energia e não causar reflexão nos demais contornos de terra.

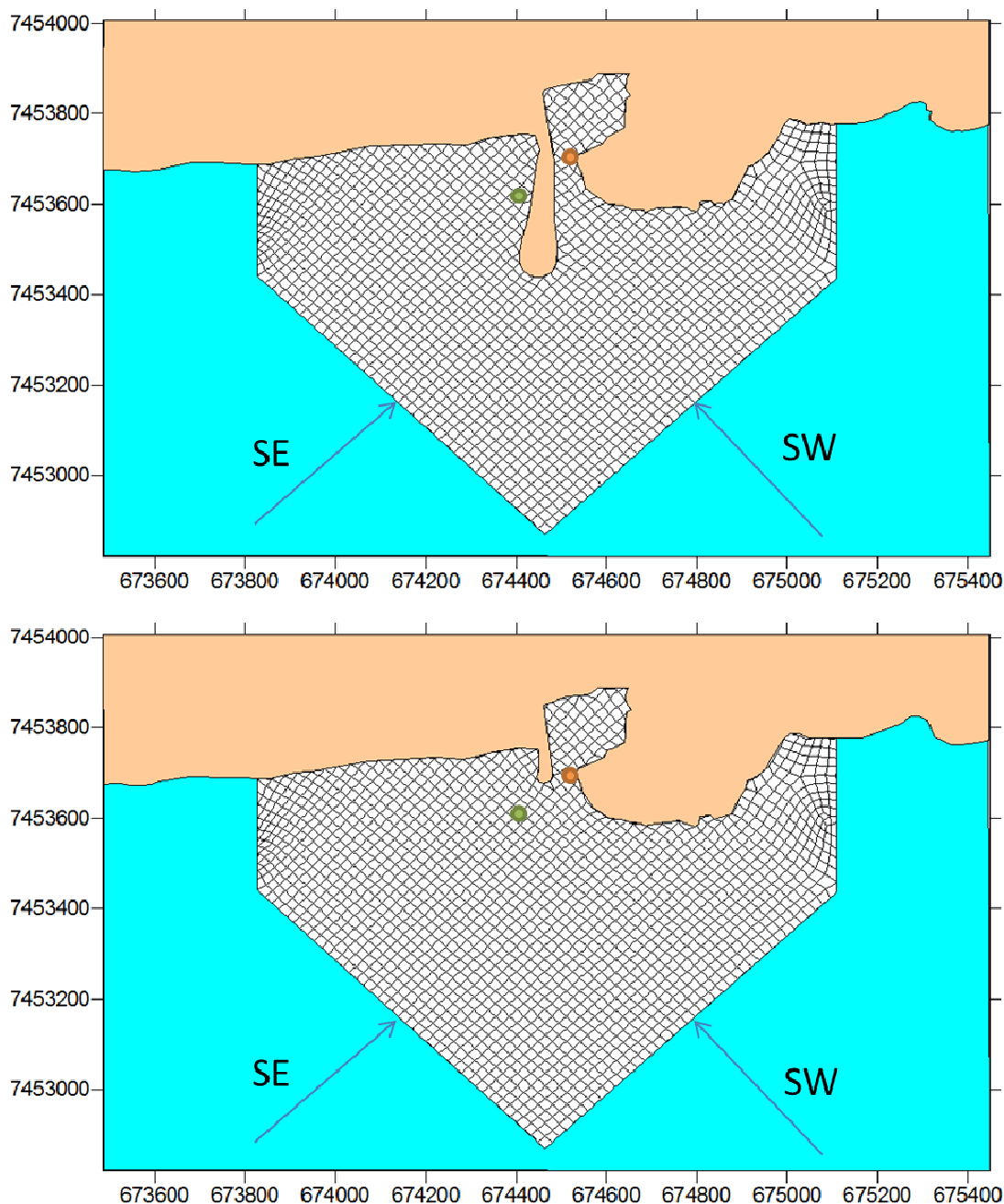


Figura 1.3.14-3: Malhas utilizadas para propagar as ondas incidentes de sudoeste e sudeste, nos cenários pré (abaixo) e pós (acima) prolongamento do guia corrente. Os pontos representam as posições dos pontos da malha utilizadas para extrair as séries de elevação dos modelos.

▪ Resultados e análises

Nos tópicos subsequentes são apresentados os resultados e as análises dos estudos de propagação de ondas, mobilidade de sedimento e interação das ondas com o prolongamento do guia-corrente, considerando diferentes formatos.

Propagação de ondas ao largo

Na Figura 1.3.14-4, Figura 1.3.14-5 e Figura 1.3.14-6 é possível observar os resultados de propagação e amplificação de altura de onda para todo o domínio modelado para os casos de Sudoeste, Sudeste e Sul. Para todos os cenários foram considerados alturas ao largo de 1,5 metros e períodos típicos de cada direção.

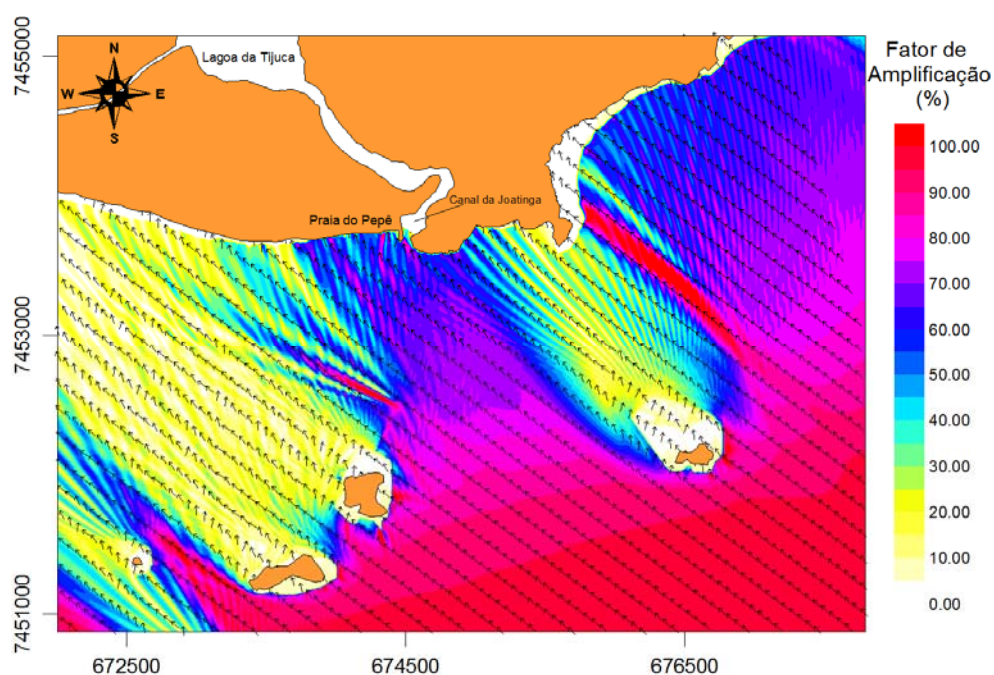


Figura 1.3.14-4: Amplificação de altura de ondas ao largo de Sudeste e período de 9,1s se propagando até a região de interesse. As setas indicam a direção de propagação.

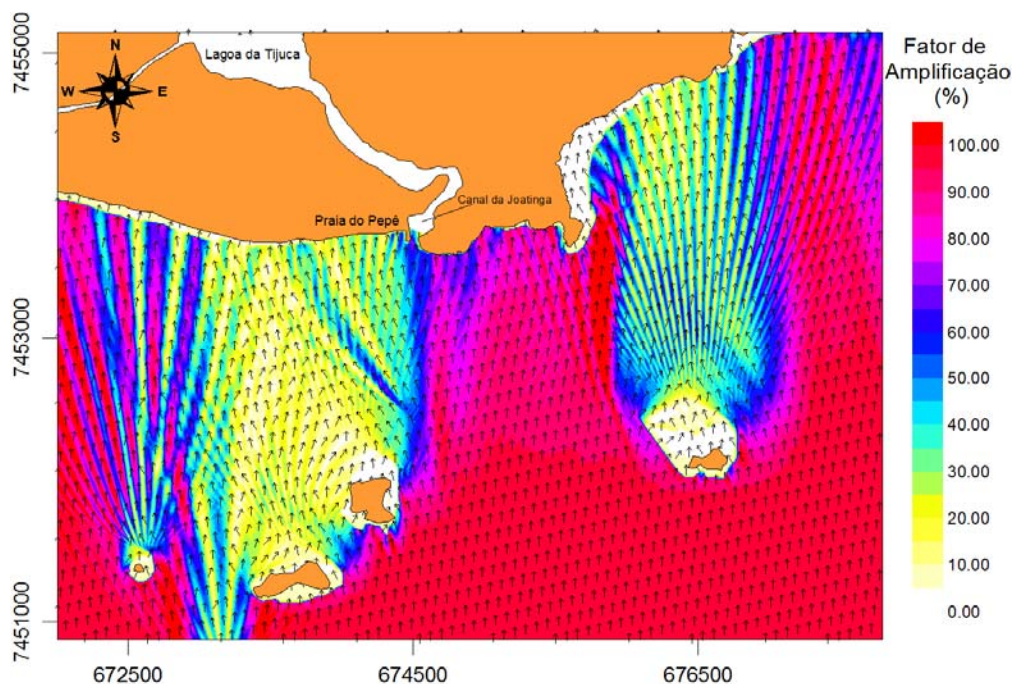


Figura 1.3.14-5: Amplificação de altura de ondas ao largo de Sul e período de 9,1s se propagando até a região de interesse. As setas indicam a direção de propagação.

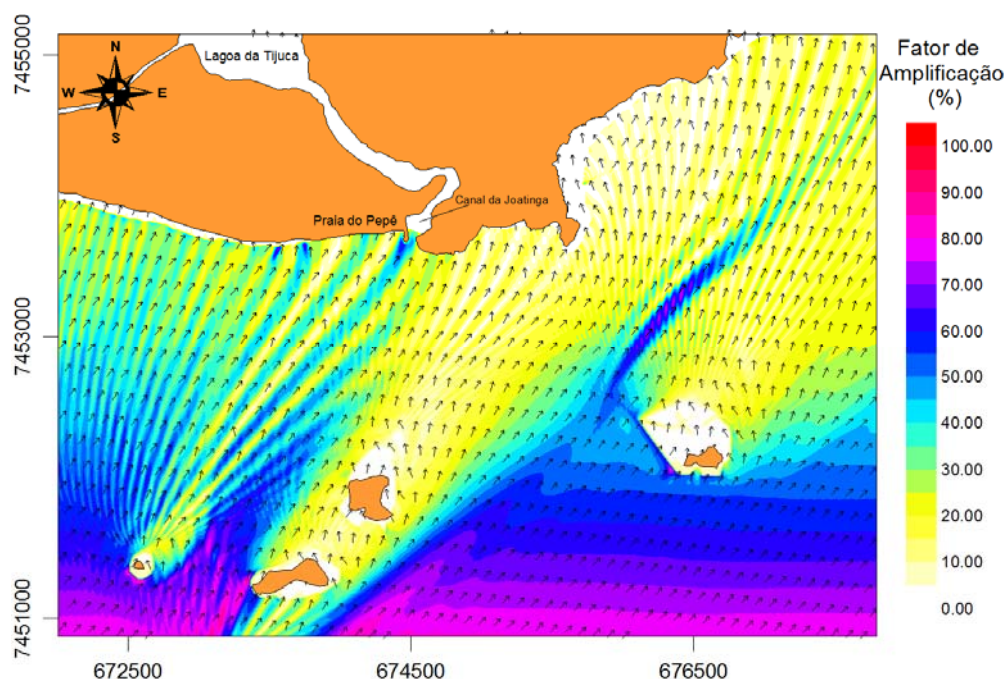


Figura 1.3.14-6: Amplificação de altura de ondas ao largo de Sudoeste e período de 10,5s se propagando até a região de interesse. As setas indicam a direção de propagação.

A partir da análise dos resultados acima, pode-se dizer que a presença do conjunto de ilhas em frente à região de interesse é um fator importante na dinâmica das ondas incidentes locais, causando um sombreamento energético em diversos pontos do domínio. Porém, os resultados

mostram que especificamente na região da entrada do canal da Joatinga, tal sombreamento não é eficaz, principalmente com relação às ondas de Sudeste.

As ondas de Sudeste incidem na região de interesse com fator de amplificação de aproximadamente 60-80%. Ondas de Sul e Sudoeste chegam com fator de amplificação de aproximadamente 60%. Os resultados mostram também que as ondas não sofrem alteração significativa na direção de propagação ao vir de águas profundas até a região do Canal da Joatinga.

Mobilidade dos sedimentos no Canal da Joatinga

A seguir, são apresentados mapas do fluxo hidrodinâmico na região da entrada do Canal da Joatinga, nos cenários pré e pós intervenções (dragagem e prolongamento do guia corrente). Para cada cenário, foram analisados os campos hidrodinâmicos para períodos de maré de sizígia (**Figura 1.3.14-7**) e quadratura (**Figura 1.3.14-8**), momentos de enchente e vazante.

SIZÍGIA

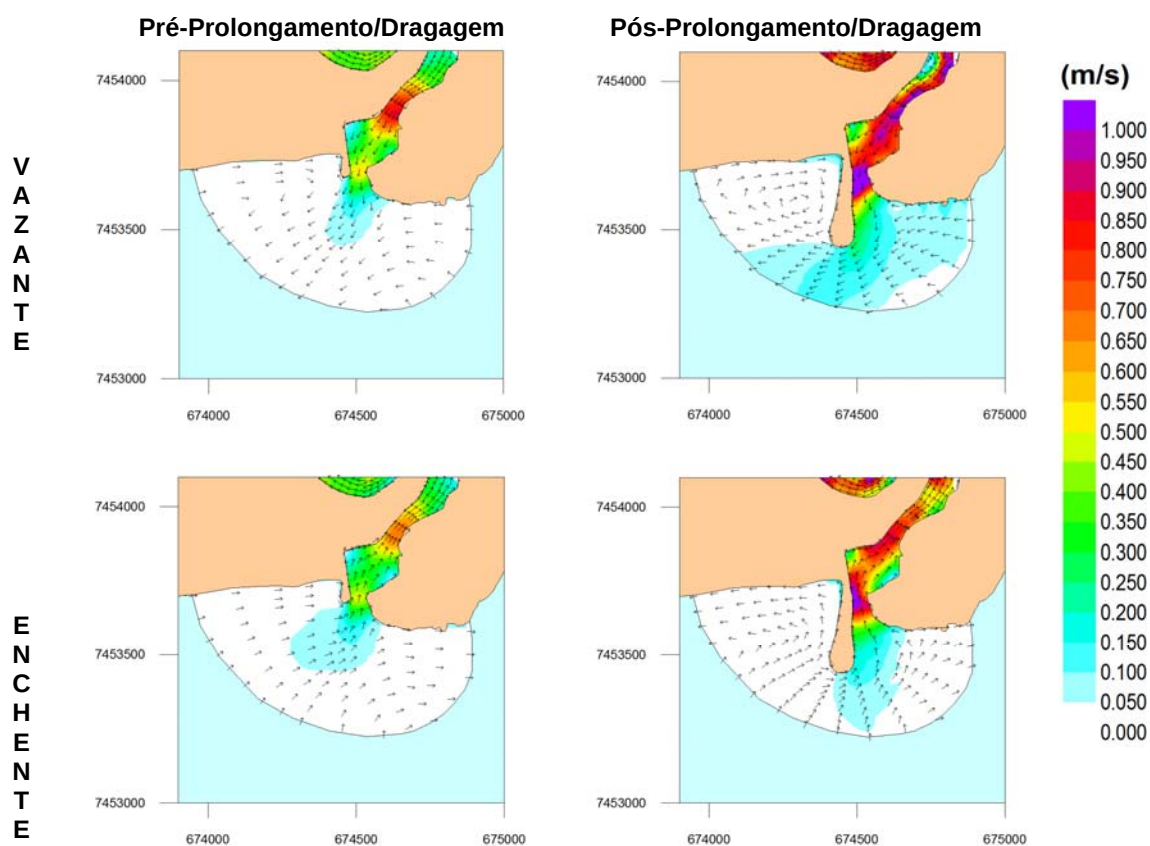


Figura 1.3.14-7: Campos hidrodinâmicos para maré de sizígia, nos momentos de enchente e vazante, para os cenários Pré e Pós Prolongamento do guia corrente e dragagem dos canais.

QUADRATURA

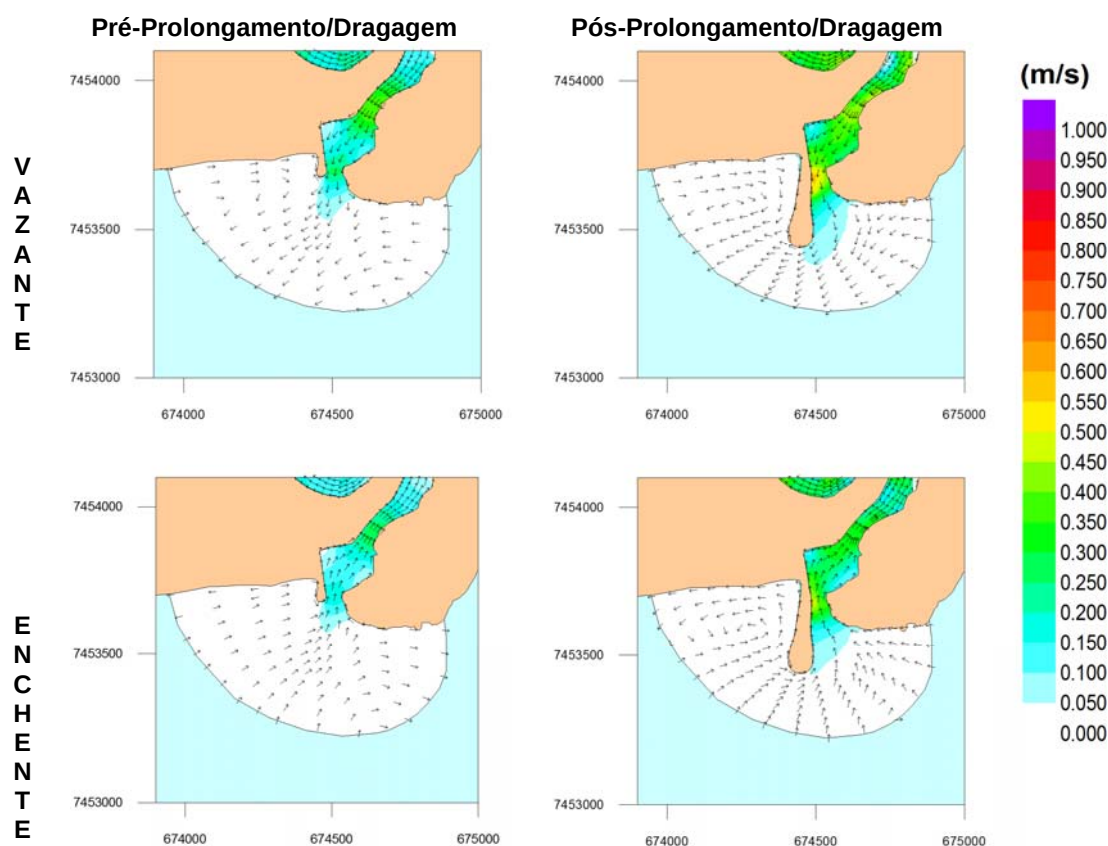


Figura 1.3.14-8: Campos hidrodinâmicos para maré de quadratura, nos momentos de enchente e vazante, para os cenários Pré e Pós Prolongamento do guia corrente e dragagem dos canais.

É possível notar o aumento da intensidade das correntes nos cenários pós-intervenções, tanto nos instantes de sizígia quanto quadratura, enchente ou vazante. Esta alteração se deve ao aumento do prisma de maré no Complexo Lagunar de Jacarepaguá, gerado pela dragagem e consequente aumento das vazões, como pode ser verificado nas análises descritas no Item “Resultados do Modelo Hidrodinâmico”.

O prolongamento do guia corrente influenciou, significativamente, o padrão direcional do fluxo hidrodinâmico gerado pela oscilação da maré na entrada do Canal da Joatinga. O pico de intensidade presente no cenário pré-prolongamento, na região do afunilamento entre a ponta do guia corrente e o costão rochoso adjacente (atingindo valores de até 0,6 m/s no período de sizígia), foi intensificado no cenário pós-prolongamento. Esse fato ocorreu por conta do aumento geral das vazões no sistema (que atingiu intensidades acima de 1 m/s) e do aumento da região de influência do guia corrente que foi estendido para sul. Essa extensão foi

consequência do prolongamento do guia corrente que gerou um corredor de largura estreita para a passagem do fluxo.

O prolongamento do guia corrente também diminuiu o fluxo hidrodinâmico em sua porção oeste, região adjacente ao canto da praia da Barra da Tijuca.

Na **Figura 1.3.14-9** e na **Figura 1.3.14-10**, são apresentados mapas nos quais as isolinhas representam a probabilidade da tensão de fundo exceder a tensão crítica de mobilização de sedimento adotada ($0,205 \text{ N/m}^2$), durante toda a simulação de pré e pós-dragagem e prolongamento do guia corrente.

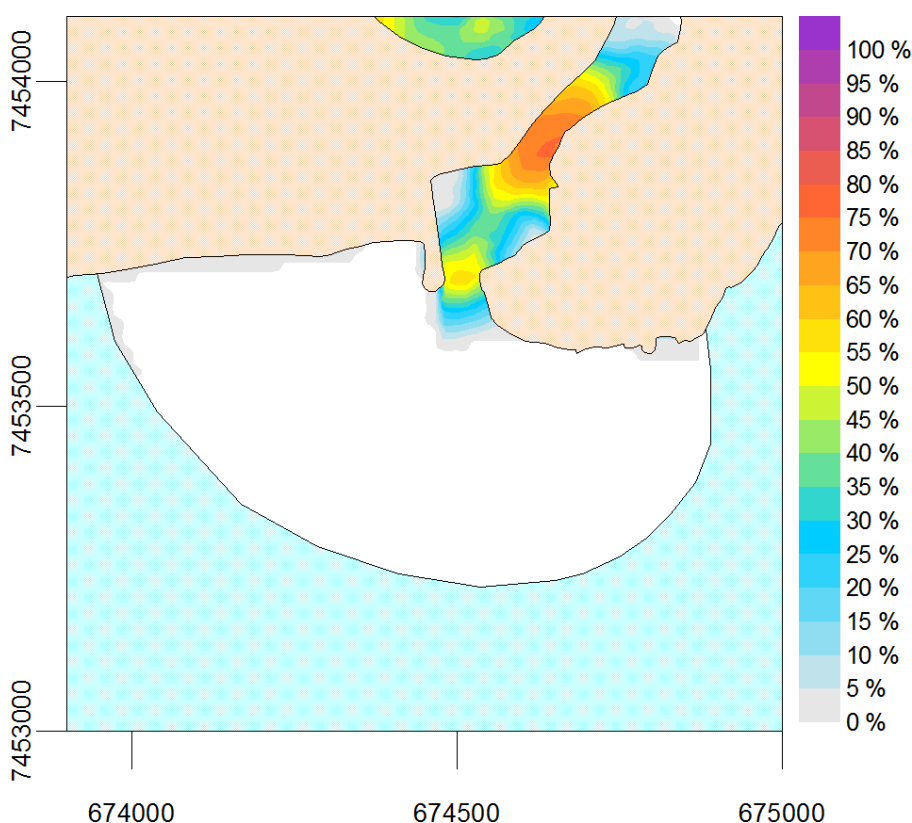


Figura 1.3.14-9: Mapa probabilístico de tensão do fundo, para toda a simulação do cenário Pré prolongamento do guia corrente e dragagem. As isolinhas representam a probabilidade da tensão de fundo gerada pelas correntes, excederem a tensão crítica de mobilidade de sedimento.

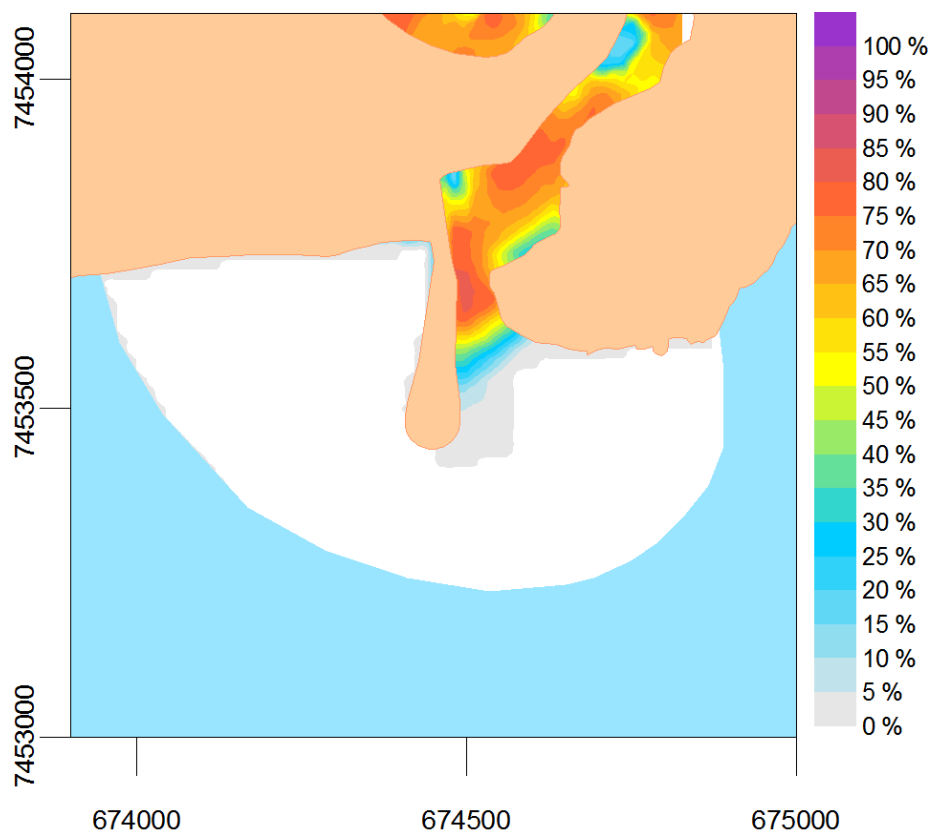


Figura 1.3.14-10: Mapa probabilístico de tensão do fundo, para toda a simulação do cenário Pós prolongamento do guia corrente e dragagem. As isolinhas representam a probabilidade da tensão de fundo gerada pelas correntes, excederem a tensão crítica de mobilidade de sedimento.

Na **Figura 1.3.14-11** e **Figura 1.3.14-12** são apresentados os mapas de tensão de fundo para instantes específicos de maré, nos cenários de pré e pós intervenções. Nestes mapas, a região de tom vermelho representa as áreas onde a tensão de fundo é maior do que a tensão crítica de mobilidade, indicando locais de erosão. Os locais em cinza indicam prováveis locais de deposição de sedimento, considerando-se a influência da corrente de maré, isoladamente.

SIZIGIA

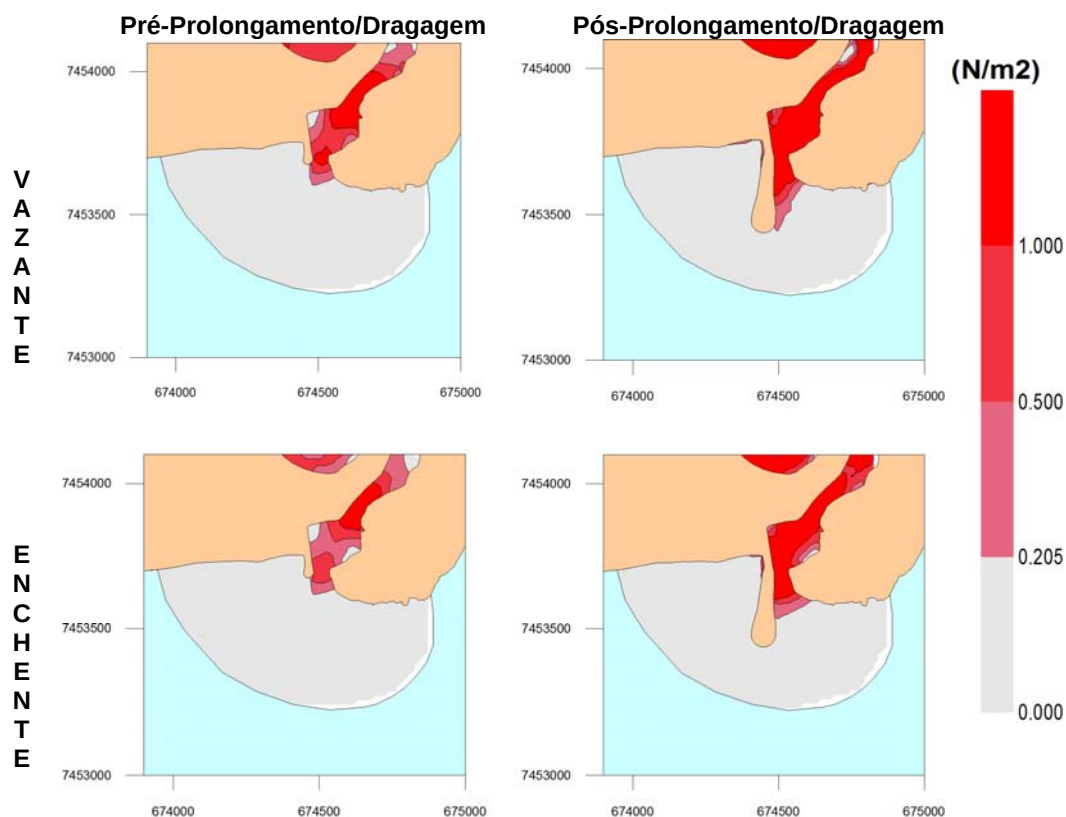


Figura 1.3.14-11: Resultados de Tensão de fundo para maré de sizígia, nos momentos de enchente e vazante, para os cenários Pré e Pós Prolongamento do guia corrente e dragagem dos canais.

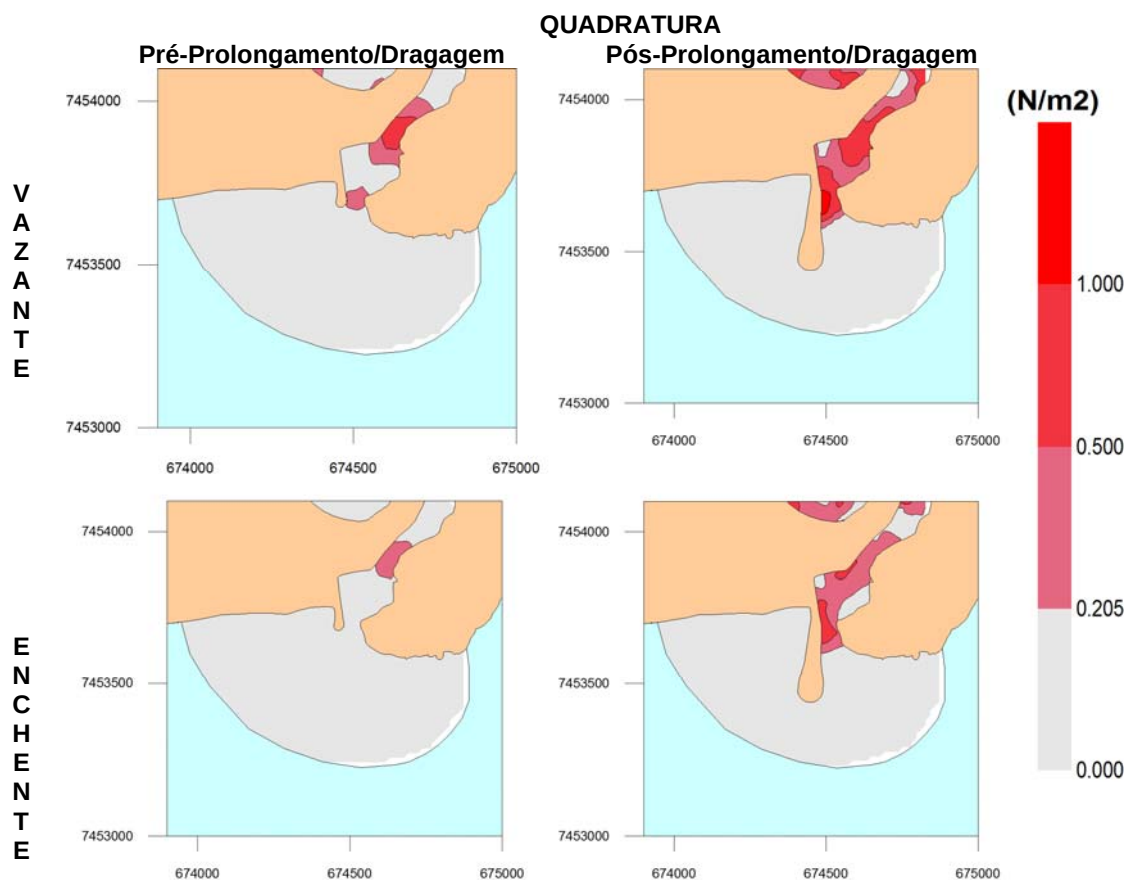


Figura 1.3.14-12: Resultados de Tensão de fundo para maré de quadratura, nos momentos de enchente e vazante, para os cenários Pré e Pós Prolongamento do guia corrente e dragagem dos canais.

As alterações observadas nos mapas de tensão de fundo seguiram o padrão observado nas alterações do fluxo hidrodinâmico. É interessante observar novamente o efeito sinérgico do aumento das vazões na saída do Canal da Joatinga e o prolongamento do guia corrente.

Conclui-se que as tensões de fundo e consequentemente a tendência erosiva no cenário pós-intervenções irá se ampliar, porém, os resultados indicam que o prolongamento do guia corrente é suficiente para não permitir troca de sedimento do fundo com a praia adjacente, tomando-se o efeito das correntes de maré, isoladamente.

Modificações das ondas devido a ampliação do guia-corrente

A seguir, de modo a ilustrar a simulação realizada, na **Figura 1.3.14-13** apresenta-se um instantâneo da simulação da agitação marítima gerada por ondas de Sudoeste.

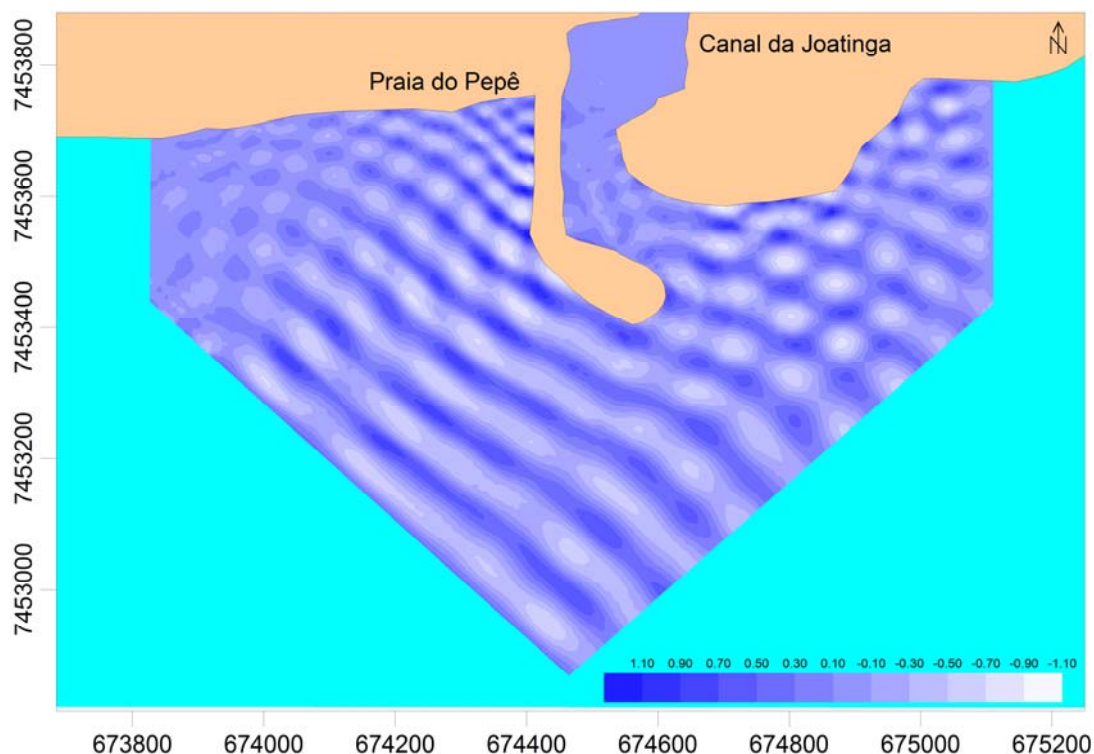
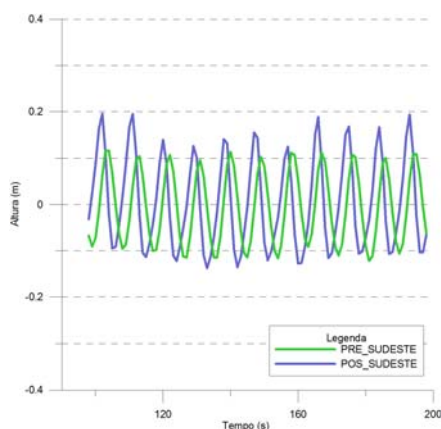


Figura 1.3.14-13: Instantâneo do resultado da simulação da agitação marítima gerada por ondas de Sudoeste de período de 10,5 s e altura de 1 metro.

Para se ter uma ideia preliminar da interação do guia corrente com as ondas locais, foram retiradas séries de elevação das simulações de ondas de Sudeste e Sudoeste, em dois pontos chave impactados pelo prolongamento do guia corrente (vide **Figura 1.3.14-3**), para a situação atual e pós prolongamento do molhe.

Na **Figura 1.3.14-14** podem ser observadas séries de elevação para os dois pontos de extração de resultados, para a situação de ondas incidentes de Sudeste. Notou-se que no cenário de pós-prolongamento, as ondas na saída do canal apresentaram amplificação. Ao passo que no ponto atrás do guia corrente, as ondas sofrem forte redução de amplitude, devido à barreira física que o prolongamento do guia corrente representa para essa condição.

Saída do Canal da Joatinga



Canto da Praia do pepê

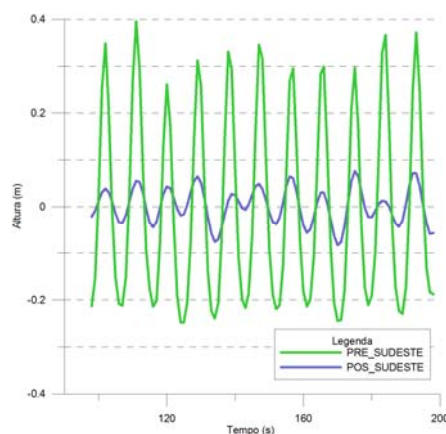
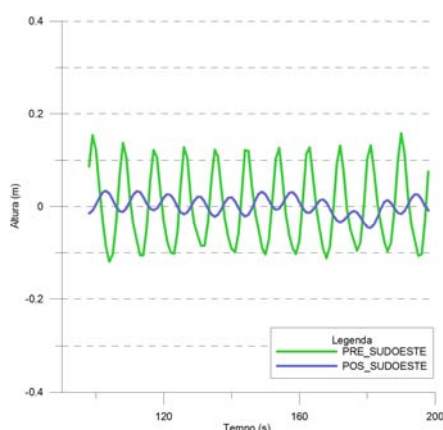


Figura 1.3.14-14: Série de elevação para situação de ondas de sudeste, nos pontos localizados na saída do Canal da Joatinga (esquerda) e atrás do guia corrente (Direita)

No caso do conjunto de ondas se aproximando de sudoeste, observa-se que o prolongamento do guia corrente protege a entrada do Canal da Joatinga, assim como diminui significativamente as ondulações observadas no interior do canal. Esses efeitos são observados na **Figura 1.3.14-15**, onde apresentam-se as séries de elevação para os dois pontos de extração de resultados.

Saída do Canal da Joatinga



Canto da Praia do pepê

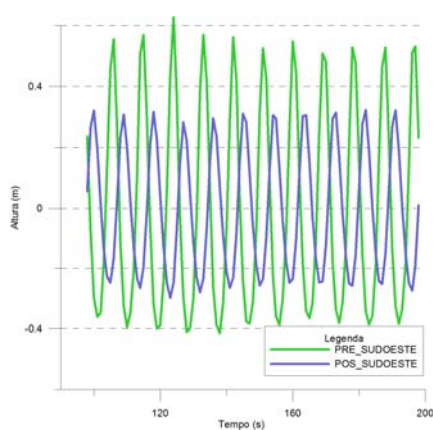


Figura 1.3.14-15: Série de elevação para situação de ondas de sudoeste, nos pontos localizados na saída do Canal da Joatinga (esquerda) e atrás do guia corrente (Direita).

A partir da análise preliminar dos efeitos do prolongamento do guia corrente sobre a agitação marítima local, apresentada acima, foi possível observar que ondulações incidentes de Sudeste são críticas para o sistema estudado. Pela geometria da abertura do canal, ondas de sudeste

podem apresentar amplificação da altura de onda devido à reflexão das mesmas entre o prolongamento do guia corrente e o costão rochoso.

Portanto, considerando que um dos objetivos da extensão do guia corrente é atenuar a agitação marítima no canal de entrada do Complexo Lagunar de Jacarepaguá, foi realizada uma análise da interação de ondas de sudeste com o projeto original do prolongamento do guia corrente e com cinco alternativas de projetos, a fim de se propor conceitualmente a melhor geometria para a ampliação do guia corrente. Para tal, foi aplicada a metodologia proposta na análise de impacto da marina Refúgio Del Rey, em Santa Catarina (COPPETEC, 2006).

A amplificação/atenuação de ondas é diretamente dependente do período da onda incidente e da geometria do sistema, portanto, para cada geometria de guia corrente proposta, foram realizadas simulações da propagação de ondas de Sudeste, monocromáticas, com período variando de 6 a 12 segundos.

Para análise dos resultados foi utilizada uma metodologia onde, a partir dos resultados de elevação da superfície livre extraídos das simulações (um exemplo pode ser observado na **Figura 1.3.14-13**), foram obtidos campos espaciais das taxas de amplificação e atenuação das ondas para cada período de onda incidente. Posteriormente, os resultados para cada período foram integrados de forma a se obter um resultado síntese do efeito de amplificação de ondas de diferentes períodos sobre o domínio modelado.

Este estudo está direcionado para descrição do efeito de amplificação e atenuação da altura de onda causado pela reflexão das mesmas, entre o costão rochoso e o projeto de guia corrente. Concomitantemente, também foram avaliadas alternativas ao projeto original de tamanho e forma do guia corrente. As alternativas propostas e investigadas estão ilustradas na **Figura 1.3.14-16** e descritas no **Quadro 1.3.14-6**.

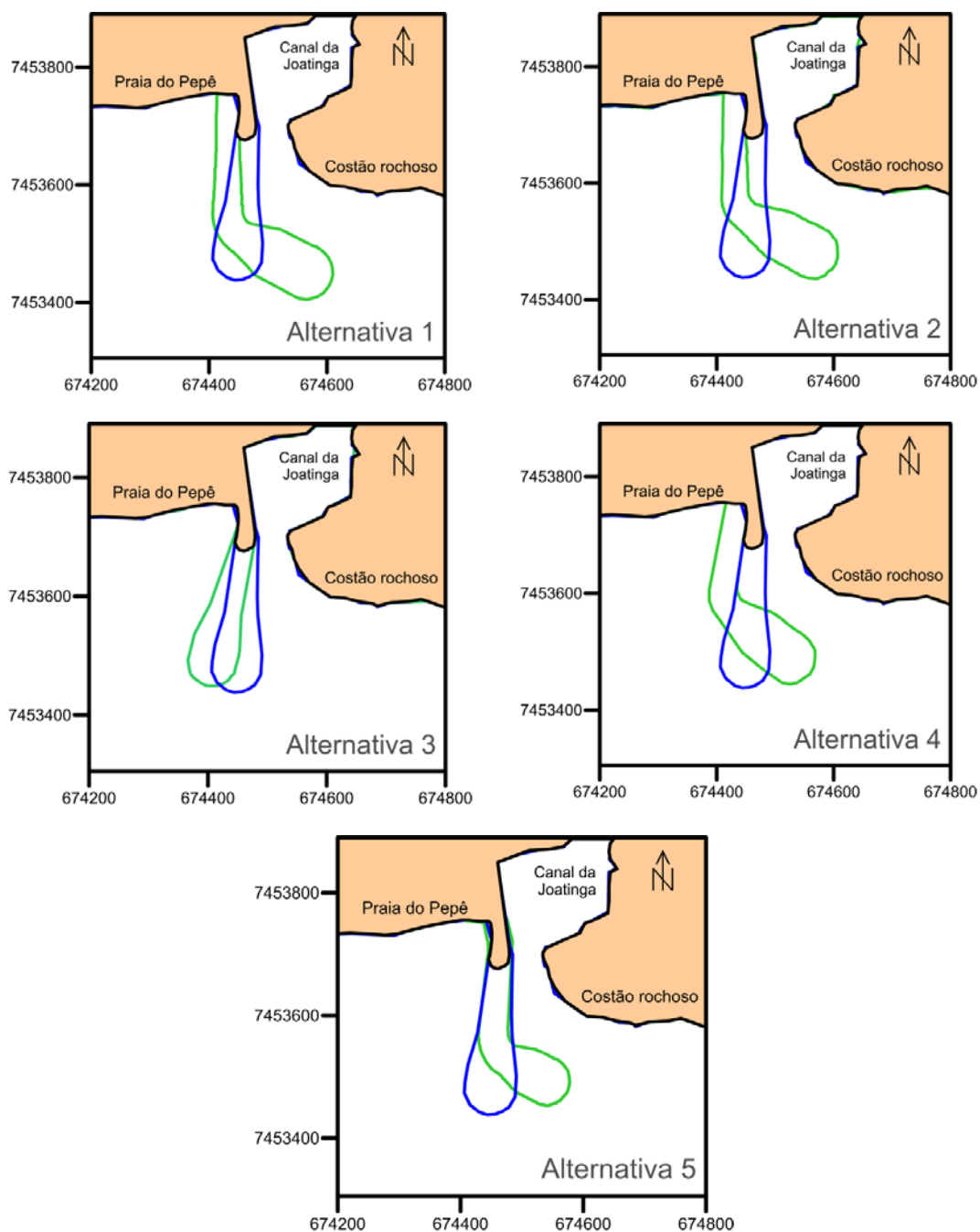


Figura 1.3.14-16: Esquema representando as cinco alternativas propostas (linha verde), sobrepostas ao projeto original (azul) e a situação atual (linha preenchida em bege). De cima para baixo, da esquerda para a direita, Alternativa 1, Alternativa 2, Alternativa 3, Alternativa 4 e Alternativa 5.

Quadro 1.3.14-6: Descrição das 5 alternativas estudadas com o intuito de diminuir a amplificação de ondas na saída do Canal da Joatinga.

Alternativa	Descrição
1	Guia corrente curvo com a saída do Canal da Joatinga (CJ) alargada.
2	Idêntica a alternativa 1, com menor prolongamento do guia corrente.
3	Guia corrente alongado com ângulo de abertura da saída do CJ maior que o do projeto original.
4	Idêntico a alternativa 2 com ângulo de abertura da saída do CJ maior que o do projeto original.
5	Guia corrente curvo sem alargamento da saída do CJ e com geometria definida de maneira a manter o volume de pedras aproximadamente igual ao projeto original.

Na **Figura 1.3.14-17** e na **Figura 1.3.14-18** são apresentados, respectivamente, o cenário atual e o cenário do projeto original. Os contornos preenchidos representam a taxa de amplificação (tons de azul a vermelho) e atenuação (tons de amarelo a branco), considerando ondas incidentes de Sudeste, com períodos variando de 6 a 12 segundos.

Comparando as citadas figuras, observa-se um aumento significativo das áreas de amplificação de ondas na entrada do Canal da Joatinga. A partir da **Figura 1.3.14-19** até a **Figura 1.3.14-25** é possível conferir o efeito de amplificação das ondas para cada uma das cinco alternativas investigadas.

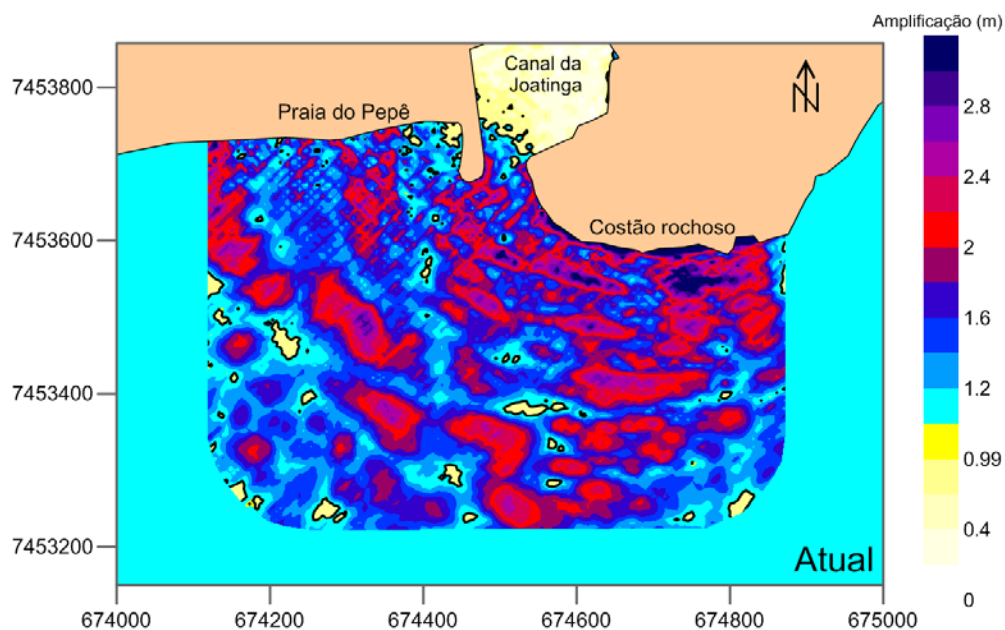


Figura 1.3.14-17: Taxa de amplificação (tons de azul a vermelho) e atenuação (tons de amarelo a branco) em metros, considerando ondas incidentes de Sudeste. Situação atual.

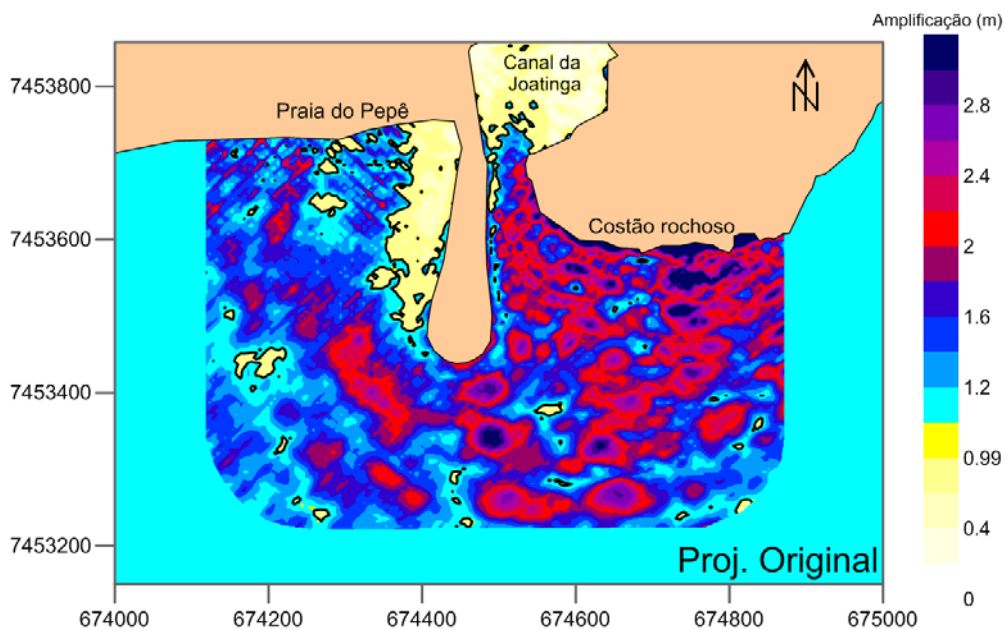


Figura 1.3.14-18: Taxa de amplificação (tons de azul a vermelho) e atenuação (tons de amarelo a branco) em metros, considerando ondas incidentes de Sudeste. Projeto original do prolongamento do guia corrente.

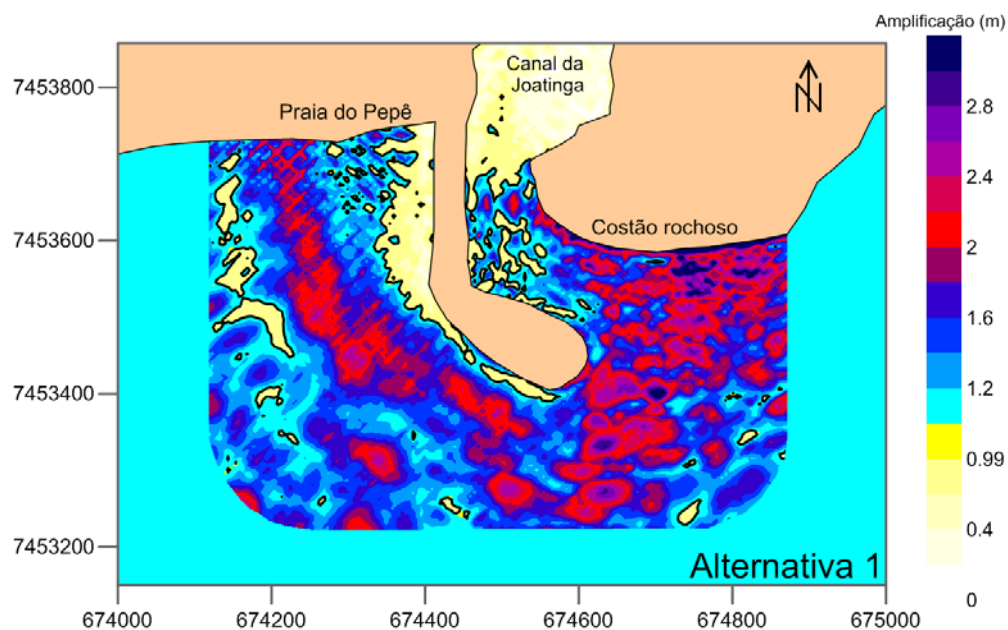


Figura 1.3.14-19: Taxa de amplificação (tons de azul a vermelho) e atenuação (tons de amarelo a branco) em metros, considerando ondas incidentes de Sudeste. Alternativa 1.

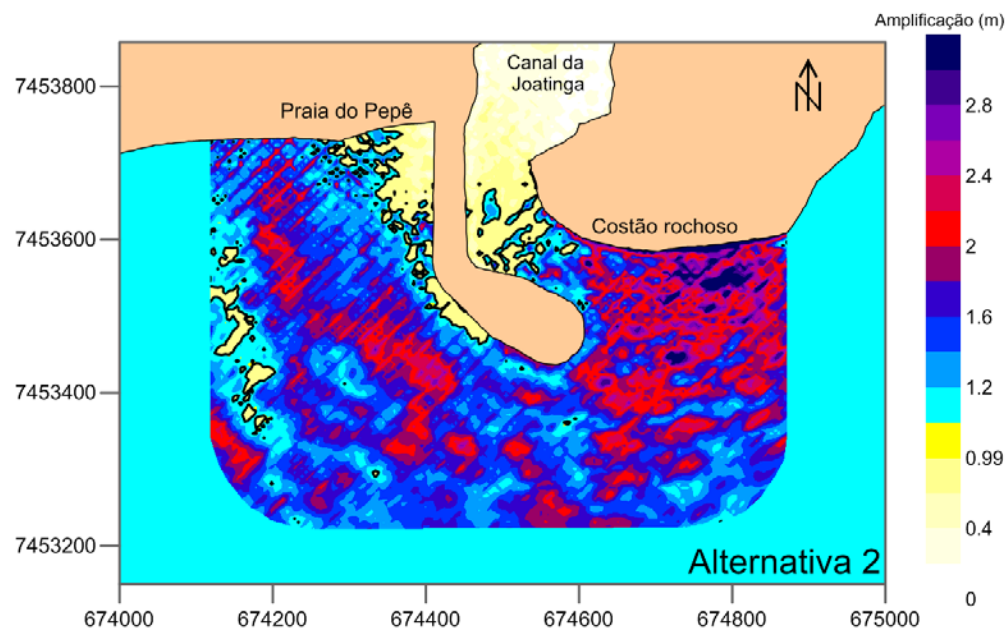


Figura 1.3.14-20: Taxa de amplificação (tons de azul a vermelho) e atenuação (tons de amarelo a branco) em metros, considerando ondas incidentes de Sudeste. Alternativa 2.

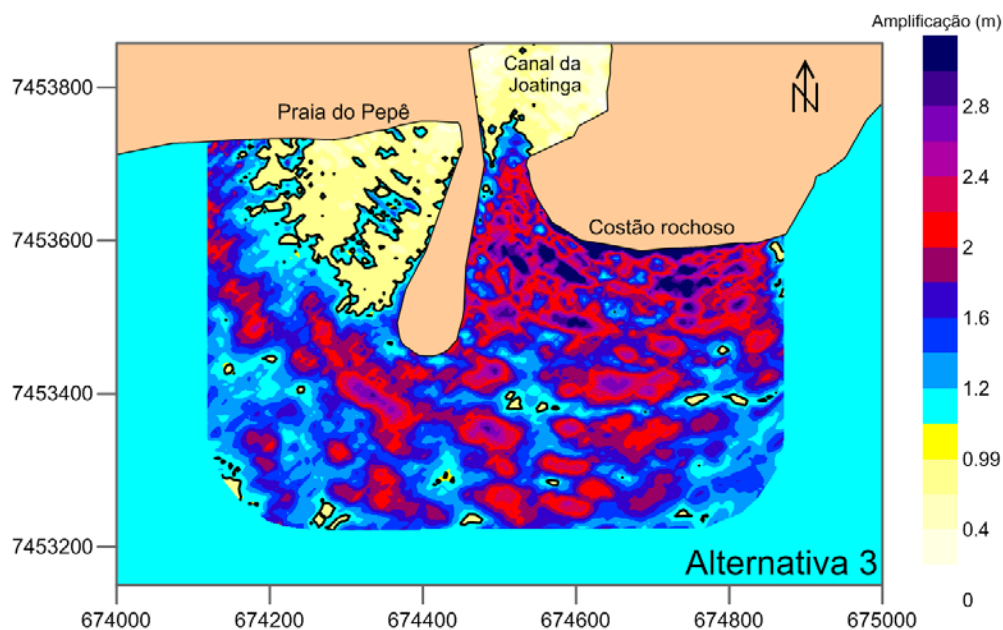


Figura 1.3.14-21: Taxa de amplificação (tons de azul a vermelho) e atenuação (tons de amarelo a branco) em metros, considerando ondas incidentes de Sudeste. Alternativa 3.

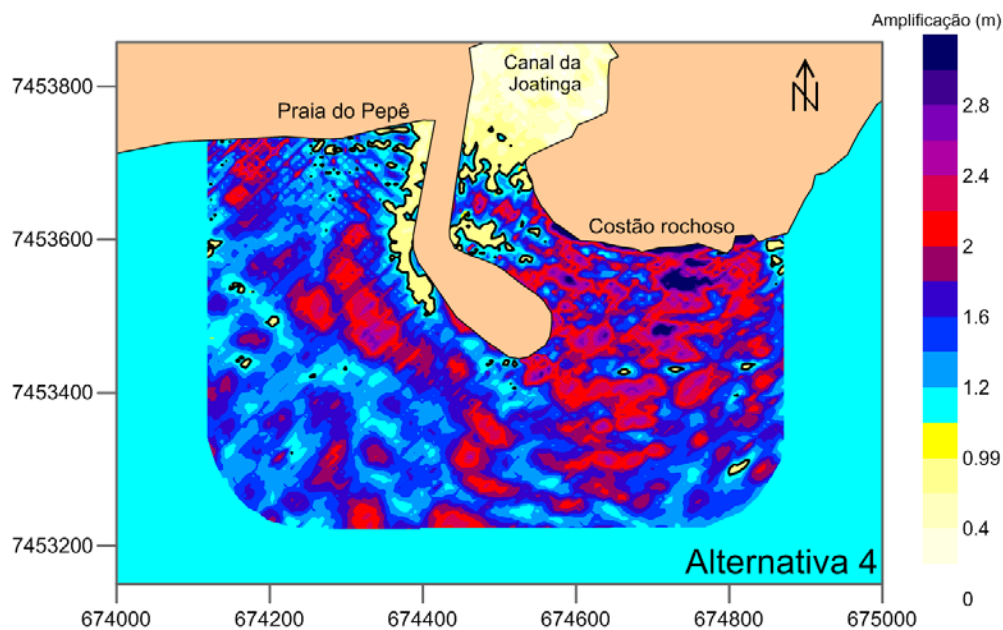


Figura 1.3.14-22: Taxa de amplificação (tons de azul a vermelho) e atenuação (tons de amarelo a branco) em metros, considerando ondas incidentes de Sudeste. Alternativa 4.

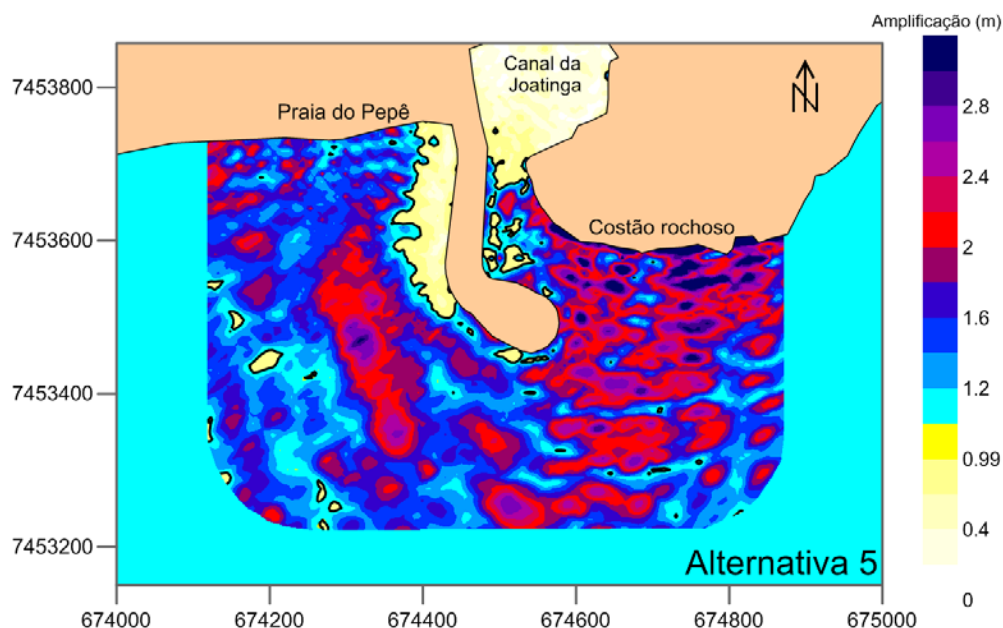


Figura 1.3.14-23: Taxa de amplificação (tons de azul a vermelho) e atenuação (tons de amarelo a branco) em metros, considerando ondas incidentes de Sudeste. Alternativa 5.

Em todos os cenários, ocorre amplificação das ondas na região próxima ao costão rochoso, fator independente dos projetos de prolongamento do guia corrente que dificulta naturalmente a entrada e saída de embarcações. Porém, as alternativas 1, 2, 4 e 5 superam o projeto original no que tange a atenuação da agitação marítima induzida pelas ondas de sudeste na entrada e no interior do Canal da Joatinga, melhorando a navegabilidade local para esta situação.

A Alternativa 5 é mais interessante do ponto de vista construtivo, pois elimina a necessidade de remoção da estrutura existente. Além disso, os resultados indicam que a implantação do formato do guia corrente nesta alternativa, não resulta em amplificações nas ondas de sudeste superiores aquelas que são observadas na situação atual. Todavia, tal alternativa impossibilita o alargamento da saída do Canal da Joatinga.

De todas as geometrias estudadas, a alternativa número 2 foi a que apresentou melhores resultados, com maior atenuação das ondas na entrada do canal e em seu interior. Entretanto, tal alternativa resulta em um aumento significativo do volume de pedras em relação ao projeto original, além da remoção das pedras do guia corrente existente. A alternativa 3 representou a pior situação em relação a amplificação das ondas de sudeste.

Como pôde ser observado nos resultados pontuais da análise preliminar (**Figura 1.3.14-15**), ondas de Sudoeste não são críticas para a agitação marítima no canal da Joatinga

considerando o prolongamento do molhe, porém, de forma a completar o estudo são apresentadas a seguir mapas de amplificação para ondas de Sudoeste, para o cenário atual e para a Alternativa 5 (Figura 1.3.14-24 e Figura 1.3.14-25).

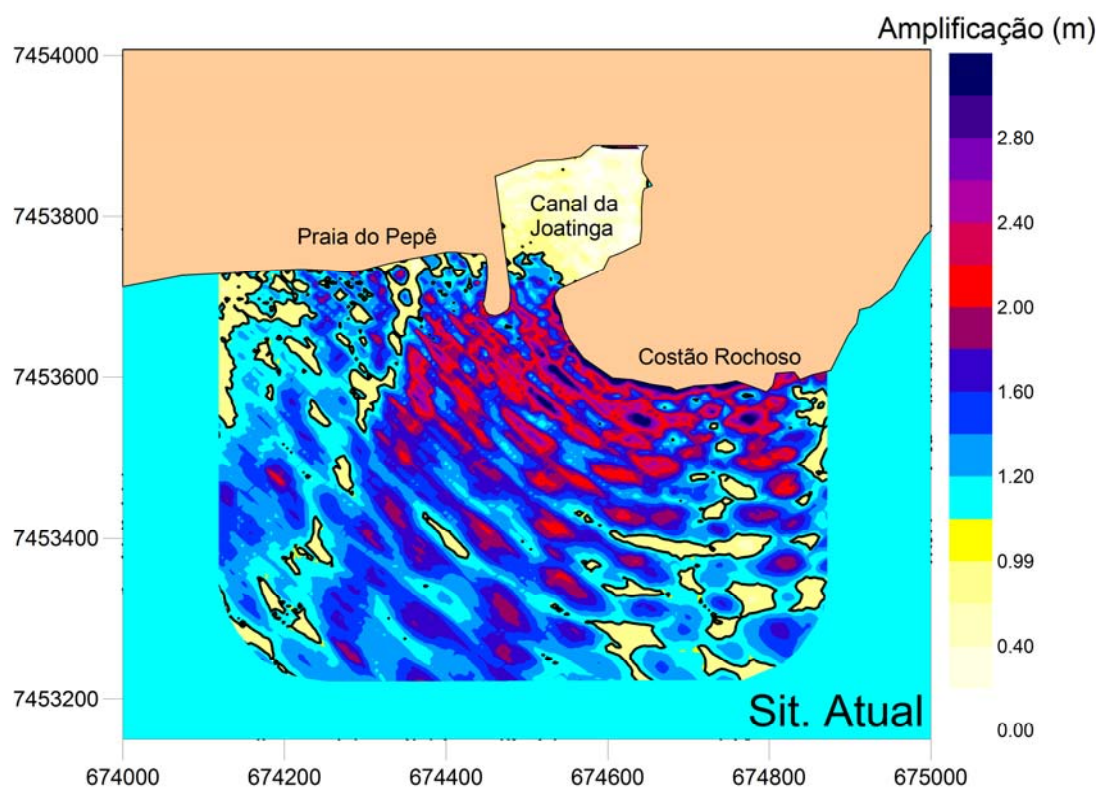


Figura 1.3.14-24: Taxa de amplificação (tons de azul a vermelho) e atenuação (tons de amarelo a branco) em metros, considerando ondas incidentes de Sudoeste. Situação Atual.

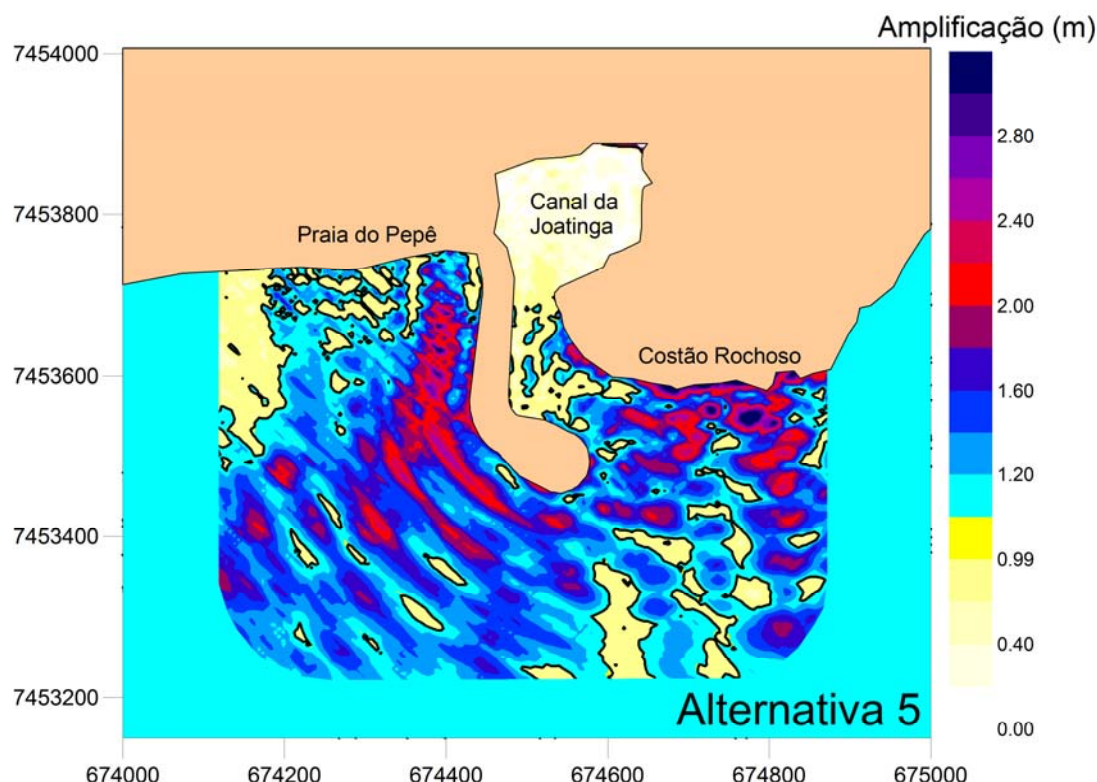


Figura 1.3.14-25: Taxa de amplificação (tons de azul a vermelho) e atenuação (tons de amarelo a branco) em metros, considerando ondas incidentes de Sudoeste. Alternativa 5.

Os resultados demonstram que o prolongamento do molhe conforme o projeto “Alternativa 5” contribuirá significativamente para a atenuação da agitação marítima no interior do canal da Joatinga para ondas incidentes de Sudoeste.

▪ Conclusões relacionadas a dinâmica costeira

A partir tanto do modelo de propagação quanto do modelo de superfície livre, conclui-se que:

- O sombreamento energético causado pela presença do conjunto de ilhas em frente à região não é eficaz na região de interesse, principalmente com relação às ondas de Sudeste;
- As ondas de Sudeste incidem na região de interesse com fator de amplificação de aproximadamente 60-80%, enquanto que as de Sul e Sudoeste incidem com fator de amplificação de aproximadamente 60% , ou seja, 60% da altura ao largo;

- As ondas não sofrem alteração significativa na direção de propagação ao vir de águas profundas até a região do canal da Joatinga;
- Para ondas de sudeste, o prolongamento do guia corrente, conforme proposto no projeto básico (PROJCONSULT, 2011), irá gerar amplificação de energia na saída do canal, gerada por reflexão, e uma forte diminuição de energia na região do canto da praia do Pepê;
- Para ondas de sudoeste, o prolongamento do guia corrente, conforme proposto no projeto básico (PROJCONSULT, 2011), irá gerar uma forte diminuição de energia de onda na saída e no interior do Canal da Joatinga e uma ligeira diminuição da altura de onda no canto da praia da Barra da Tijuca.

A partir da análise do efeito do prolongamento do guia corrente sobre as correntes de maré, conclui-se:

- As duas intervenções projetadas (prolongamento do guia corrente e dragagem do Complexo Lagunar) geram um efeito sinérgico na entrada do Canal da Joatinga, aumentando consideravelmente (~66%) a intensidade da corrente na saída do canal;
- O prolongamento do guia corrente irá alterar o padrão direcional do fluxo hidrodinâmico na região. A região do canto da praia da Barra da Tijuca apresentará diminuição na atividade hidrodinâmica;
- A análise das tensões de fundo na situação atual indica que as correntes de maré possuem capacidade de mobilizar sedimento para fora e para dentro do canal, nas situações de maré enchente e vazante, durante a sizígia;
- As tensões de fundo geradas pelas correntes de maré se intensificarão com as intervenções, porém, o prolongamento do guia corrente se estenderá além do limite da capacidade da corrente de maré mobilizar sedimento nas situações de maré vazante.

Considerando que:

- O projeto original da intervenção indica que atualmente o guia corrente não se estende além da profundidade de fechamento e, portanto, ocorre troca de sedimento entre a praia e o canal;

- Tanto os resultados da análise das ondas incidentes como o das tensões de fundo geradas pela corrente de maré, indicam uma diminuição da energia na região do canto da praia da Barra da Tijuca.

Pode-se inferir que esta região possui maior tendência à deposição sedimentar e, em caso de transporte de sedimento da praia por deriva litorânea no sentido indicado pela literatura específica para o local (Oeste para Leste), haverá uma pequena engorda na praia da Barra em sua porção mais próxima do guia corrente.

A tendência à mobilidade dos sedimentos apresentada na região da saída do Canal da Joatinga na situação atual será intensificada na situação pós-intervenções. Ou seja, o assoreamento na região do canal diminuirá significativamente.

O estudo de amplificação mostrou que das 4 alternativas de posição do guia corrente investigadas, a Alternativa 2, onde o guia corrente está curvo e a saída do Canal da Joatinga está alargada, foi a que apresentou melhores resultados, com maior atenuação das ondas na entrada e no interior do canal em relação à situação atual. Apesar disso, tal alternativa resulta em um aumento significativo do volume de pedras em relação ao projeto original, além da remoção das pedras do guia corrente existente.

Conclui-se, portanto, que a opção de formato de guia corrente (**Alternativa 5**) é mais interessante do ponto de vista construtivo, pois elimina a necessidade de remoção da estrutura existente. Além disso, os resultados indicam que a ampliação do guia corrente nesta alternativa, não resulta em amplificações nas ondas de sudeste superiores aquelas que são observadas na situação atual. Ressalta-se que o modelo atual proposto no Projeto atende ao objetivo a que se propõe, no entanto para melhoria e segurança da navegabilidade, recomenda-se aprofundar os estudos referentes a Alternativa 5 no âmbito do Projeto Executivo.

1.3.15. Cronograma de execução das obras e de investimentos

Quadro 1.3.15-1: Cronograma físico das obras.

Nº	Recuperação Ambiental	Meses																
	ITEM	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30		
1	Serviços Preliminares (estudos ambientais)																	
1.1	Levantamento de dados existentes																	
1.2	Execução de sondagens em terra																	
1.3	Execução de sondagens em lamina de água																	
1.4	Ensaio de laboratório																	
1.5	Coleta de água e sedimento para análise química CONAMA 344, 357 e análise ecotoxicológico																	
1.6	Análise química em área de disposição CONAMA 420.																	
2	Monitoramento ambiental																	
2.1	de ruídos, emissão de gases, microcistina, líquidos percolados, particulados, assoreamento, etc.																	
3	Dragagem de sedimentos																	
3.1	Mobilização e montagem de equipamentos																	
3.2	Dragagem mecanizada e processamento de sedimentos																	
4	Disposição do lixo dragado, em aterro sanitário.																	
5	Preparação da área de disposição e Disposição em lagoa de sedimentação																	
6	Preparação da área de disposição e Disposição em tubo geotextil																	
7	Serviços complementares																	
7.1	Recomposição e cobertura vegetal de tubos geotextil																	
7.2	Recuperação e revitalização do Mangue																	

* não inclui molhe

Fonte: PROJCONSULT, 2012.

O cronograma de investimentos fornecido pela SEA encontra-se apresentado no **Anexo 1-25 – Volume III**.

1.3.16. Elaboração de uma proposta de PAO (Plano Ambiental de Obras), onde todas as variáveis ambientais que precisam ser controladas e monitoradas estejam inseridas

O Plano de Ambiental de Obras (PAO) consiste em um conjunto de programas cujo propósito é estabelecer ações de prevenção e mitigação dos impactos ambientais relativos à execução do projeto. Para o presente estudo, o PAO contemplará 05 (cinco) Subprogramas, os quais serão melhor detalhados no **Capítulo VI** referente aos Programas Ambientais, constante do Relatório Ambiental Simplificado – RAS:

- Subprograma de Monitoramento dos Efluentes;
- Subprograma de Gerenciamento de Resíduos Sólidos;
- Subprograma de Monitoramento e Controle de Ruídos;
- Subprograma de Monitoramento e Controle de Processos Erosivos e Movimentos de Massa;
- Subprograma de Controle da Qualidade do Ar.

O principal objetivo do PAO é o de assegurar que as obras de Recuperação do Complexo Lagunar de Jacarepaguá sejam implantadas e operem em condições de segurança, evitando danos ambientais às áreas de trabalho e seus entorno, estabelecendo ações para prevenir e reduzir os impactos identificados e promover medidas mitigadoras e de controle. O PAO designa procedimentos operacionais orientados para que as ações do Projeto estejam associadas e interagindo com os impactos ambientais previamente identificados, estabelecendo mecanismos eficientes para garantir o total controle, monitoramento e mitigação dos impactos gerados.