



## 6.2.3.6. OCEANOGRAFIA

### 6.2.3.6.1. OCEANOGRAFIA GEOLÓGICA

#### 6.2.3.6.1.1. CONTEXTO INICIAL

Sob o ponto de vista da geologia e geomorfologia costeira, estuários são “...corpos d’água que estendem-se do limite efetivo das influências de marés, onde a água do mar adentra por uma ou mais conexões livres com o oceano, ou outro corpo d’água costeiro salino, sendo significativamente diluído em água doce proveniente de drenagem continental, e que pode sustentar organismos eurialinos de uma parte ou de todo seu ciclo de vida ...” (PERRILO, 1995).

Sua característica mais marcante é o fato de ocorrer a diluição da água do mar em água fluvial, geralmente confinada ou semi-confinada a um compartimento costeiro transicional, podendo ser uma baía, laguna, desembocadura fluvial, ou ainda envolver todas estas num complexo estuarino.

Os estuários brasileiros têm sua origem relacionada à eustasia positiva (MIRANDA *et al.*, 2002), sendo a transgressão holocênica, ou transgressão Cananéia, ocorrida em aproximadamente 5.100 anos A.P., com o afogamento de vales fluviais e planícies costeiras. Além destes processos de sedimentação costeira advindos posteriormente em pequenos eventos trans-regressivos (SUGUIO *et al.*, 1987), bem como variações no aporte sedimentar, foram importantes na morfogênese de canais e desembocaduras estuarinas.

O complexo estuarino da Baía da Babitonga compreende uma área de aproximadamente 160 km<sup>2</sup>, possuindo, atualmente um canal de livre conexão com o oceano, e desenvolvimento de canais estuarinos associados a desembocaduras fluviais. Tais canais desenvolvem subsistemas estuarinos bastante significativos, tais como Rio Cubatão, Rio Cachoeira, Rio Parati Mirim, no município de Joinville e Córrego Alvarenga e Rios Laranjeiras e Jaguaruna, no município de São Francisco do Sul.

O complexo estuarino enquadra-se na classificação morfológica denominada *Rias*, que de acordo com SUGUIO (1988) e PERRILO (1995), são estruturas geológicas-geomorfológicas baseadas em vales de dissecação fluvial inundadas por elevação do nível médio relativo do mar (eustasia positiva).

No caso da Baía da Babitonga, dois eixos estruturais principais de direção NW-SE e NNE-SSW, determinavam o arcabouço destes vales. Tal influência estrutural condiciona atualmente os três maiores compartimentos do complexo estuarino (HORN F<sup>o</sup>, 1997), a saber:

- Canal Principal;
- Canal do Palmital; e
- Canal do Linguado-Fundo da Baía.

Este ambiente tem sido objeto de intervenções antrópicas há milhares de anos, desde que a população sambaquiana (pré-cabralina) elegeu o contexto como habitat.

A respeito desse processo, OLIVEIRA (2000) desenvolveu extenso trabalho caracterizando as relações daquela comunidade com a paisagem e as formas espaciais dali resultantes. Sob o ponto de vista do estudo da paisagem, o autor relaciona a constituição física da faixa costeira da baía da Babitonga com a maneira como ela foi influenciada pela oscilação do nível relativo do mar, tomando como base os registros arqueológicos disponíveis no local.

O intenso processo de urbanização observado na cidade de Joinville e o fechamento do canal do Linguado, na década de 40, contribuído de forma significativa para a alteração dos fluxos naturais de matéria e energia no sistema em questão.

O presente estudo objetivou levantar e caracterizar os aspectos oceanográficos geológicos relativos à sedimentologia, morfologia de fundo e morfodinâmica de área em área pretensa à instalação dos **Terminais TGSC e FERTIMPORT**.

## **A) ÁREA DE ESTUDO**

A área do presente estudo (**Figura 6.56A**), localiza-se no Canal Principal, o qual possui orientação NNE-SSW, e apresenta as maiores profundidades atuais do complexo estuarino, chegando a alcançar cerca de 28 metros. Está localizada há aproximadamente 3.000 metros da desembocadura da Baía da Babitonga, na margem litorânea ao sul do canal principal, numa profundidade de aproximadamente 15 a 20 metros, o qual é utilizado pelo Porto de São Francisco do Sul.

Na localidade da área de estudo (**Figura 6.56B**) observam-se alternâncias entre lajes e fossos de amplitude de 10 metros, na porção norte noroeste, e entre as isóbatas de 1 a 2 metros próximos a linha de costa, ao sul.

A linha de costa da área de estudo possui duas direções principais: a NNE-SSW, onde se desenvolvem praias arenosas e areno-lamosas e a 500 metros ao norte ocorre um canal estuarino com desenvolvimento do manguezal; e ao sul, onde está instalado o Porto de São Francisco do Sul.

A ponta de inflexão da linha de costa é dada por promontório rochoso, conhecido pela denominação “Morro Bela Vista ou Ponta do Rabo Azedo”.

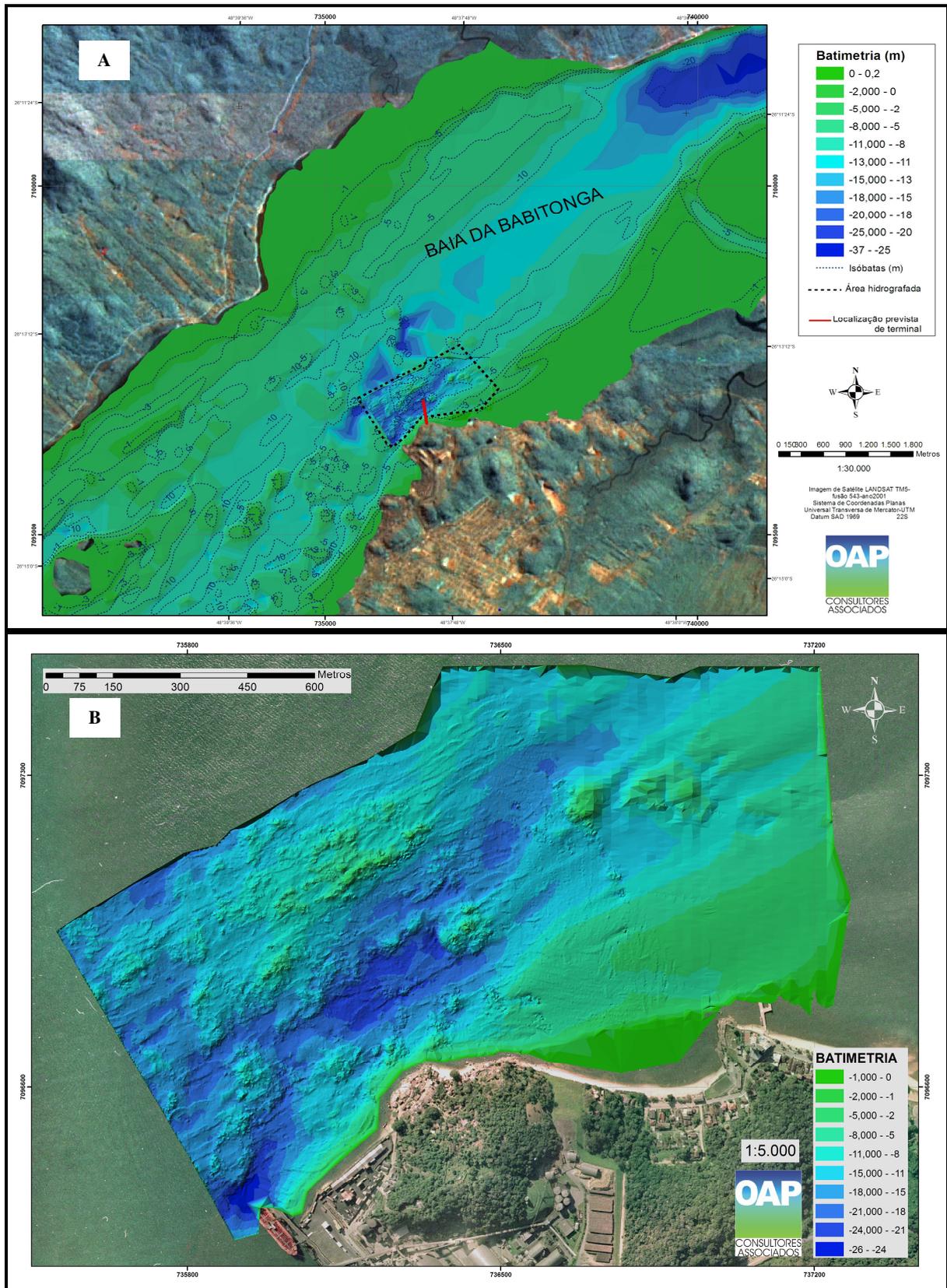


Figura 6.56: (A) Localização da área de estudo e contexto da batimetria da Baía da Babitonga; (B) Área hidrográfada.

#### 6.2.3.6.1.2. METODOLOGIA

Os métodos de investigação dos aspectos oceanográficos geológicos foram escolhidos de acordo com a escala de trabalho (local) e com o objetivo do estudo, sendo composto de três etapas:

- Geoprocessamento;
- Trabalhos de Campo e Laboratório; e
- Análise Geomorfológica.

#### A) GEOPROCESSAMENTO

A etapa de geoprocessamento foi realizada com o uso do programa *Arc View versão 9.1*, o qual permitiu a elaboração de base cartográfica de forma a organizar espacialmente os dados de natureza diversa, tais como:

- **Batimetria:** Dados provenientes da carta náutica oficial da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) da Marinha do Brasil em escala aproximada de 1:50.000, bem como da batimetria detalhada fornecida pelo contratante em escala 1:2.000.
- **Imagens:** As imagens utilizadas foram basicamente a **Imagem Landsat TM 7 (Maio/2001), fusão de bandas 5, 4 e 3**, e levantamento aerofotogramétrico pertencente à Prefeitura Municipal de São Francisco do Sul (2005) em escala 1:8.000.
- **Estações amostrais:** Dados pontuais das amostras de sedimentos, instalação de correntômetro, amostragem de água, e seus respectivos resultados tabulares.
- **Dados espaciais gerados na análise:** Esta classe é composta por miscelânea tais como: perfis batimétricos, mapas de geomorfologia e de fácies sedimentares.

A base cartográfica foi estruturada em sistema de coordenadas planas UTM (Universal Transversa de Mercator), quadrante 22 S, com *datum* SAD 1969 e *datum* vertical de Imbituba.

#### ANÁLISE ESPACIAL

A partir dos dados de campo e da base cartográfica, foram realizadas análises espaciais, para a geração de dados de superfície contínua. Tais dados foram modelados pelo método do **Peso da Distância Invertida** (IDW), conforme o número de pontos amostrais ( $n$ ) e distância ente os mesmos ( $\gamma$ ).

Os dados batimétricos foram interpolados pelo método de **Triangulação de Delaney** (Rede de Triângulos Irregulares - TIN), a partir de pontos com informações dimensionais em X, Y (em latitudes UTM) e Z (relativo a batimetria).

## B) TRABALHOS DE CAMPO E LABORATÓRIO

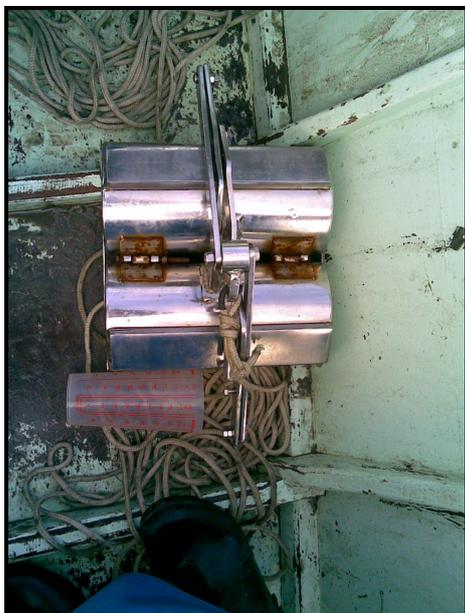
O trabalho de campo foi realizado no dia 08 de agosto de 2007, em condições de maré de quadratura, céu encoberto por nuvens, sem chuva e com temperatura média do ar de 18°C.

A amostragem de fundo foi planejada considerando uma circunferência de raio de 900 metros sobre ponto central da área de estudo. O desenho amostral considerou também a área hidrografada (onde foi realizada a batimetria local), de forma a possibilitar correlações entre os dados litosedimentares e batimétricos.

Para efeitos de comparação espacial e ações de monitoramento ambiental, foi amostrada área de situação geológica-geomorfológica semelhante à área de estudo, situada no outro lado da baía.

As amostras foram coletadas com draga de fundo **tipo Petersen** auxiliada por cabo para lançamento em trajetória vertical (**Figuras 6.57 e 6.58**).

Deste modo, o desenho amostral de coletas de material de fundo estuarino, teve um total de 15 estações, sendo 13 na área de estudo direto e duas no outro lado da baía, conforme **Figuras 6.59 e 6.60**.



**Figura 6.57:** Draga tipo Petersen utilizada nas amostragens.



**Figura 6.58:** Lançamento da draga para coleta de sedimentos de fundo.

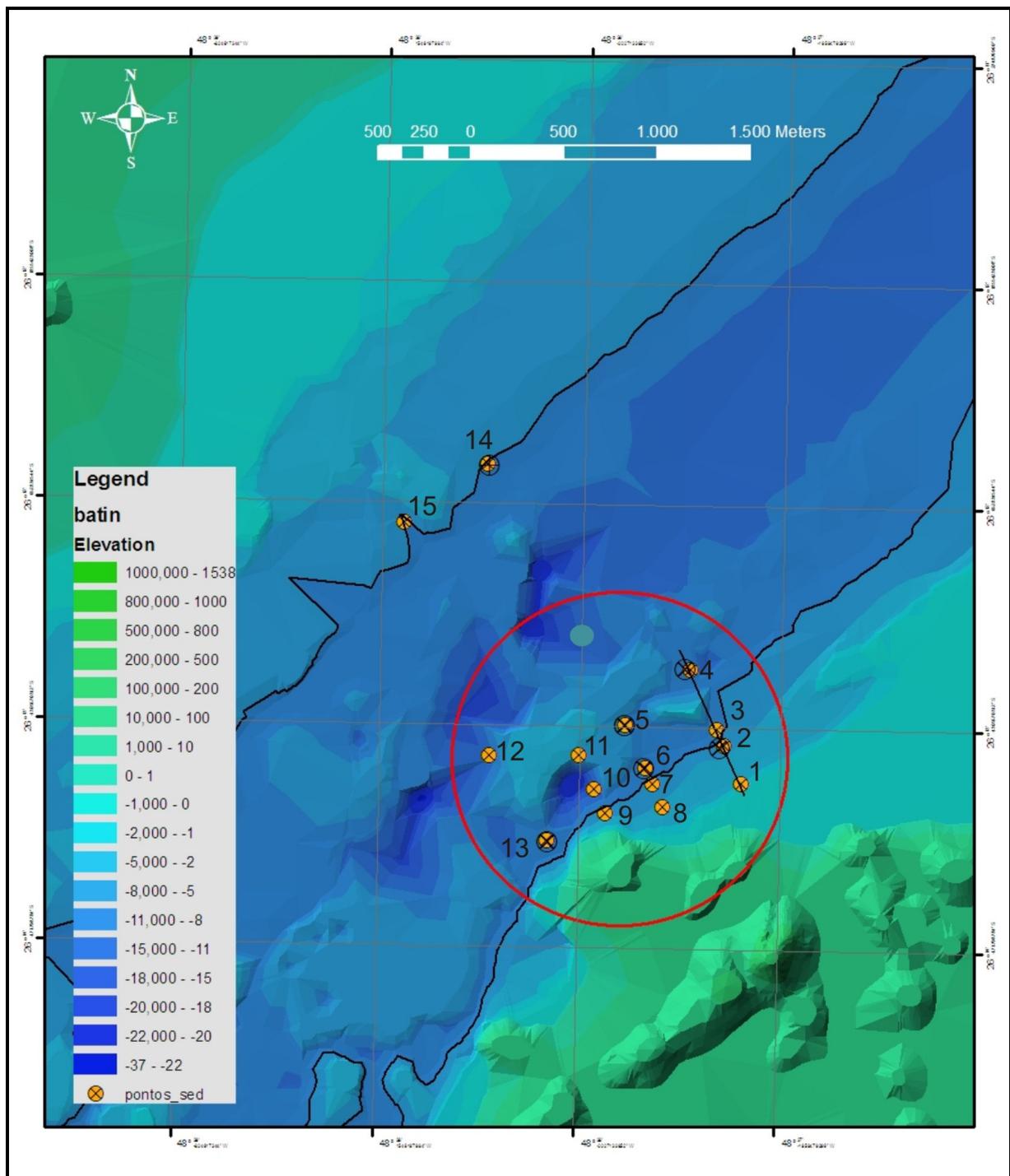


Figura 6.59: Localização das estações de amostragem de sedimentos e raio da área de influencia direta em traço vermelho.

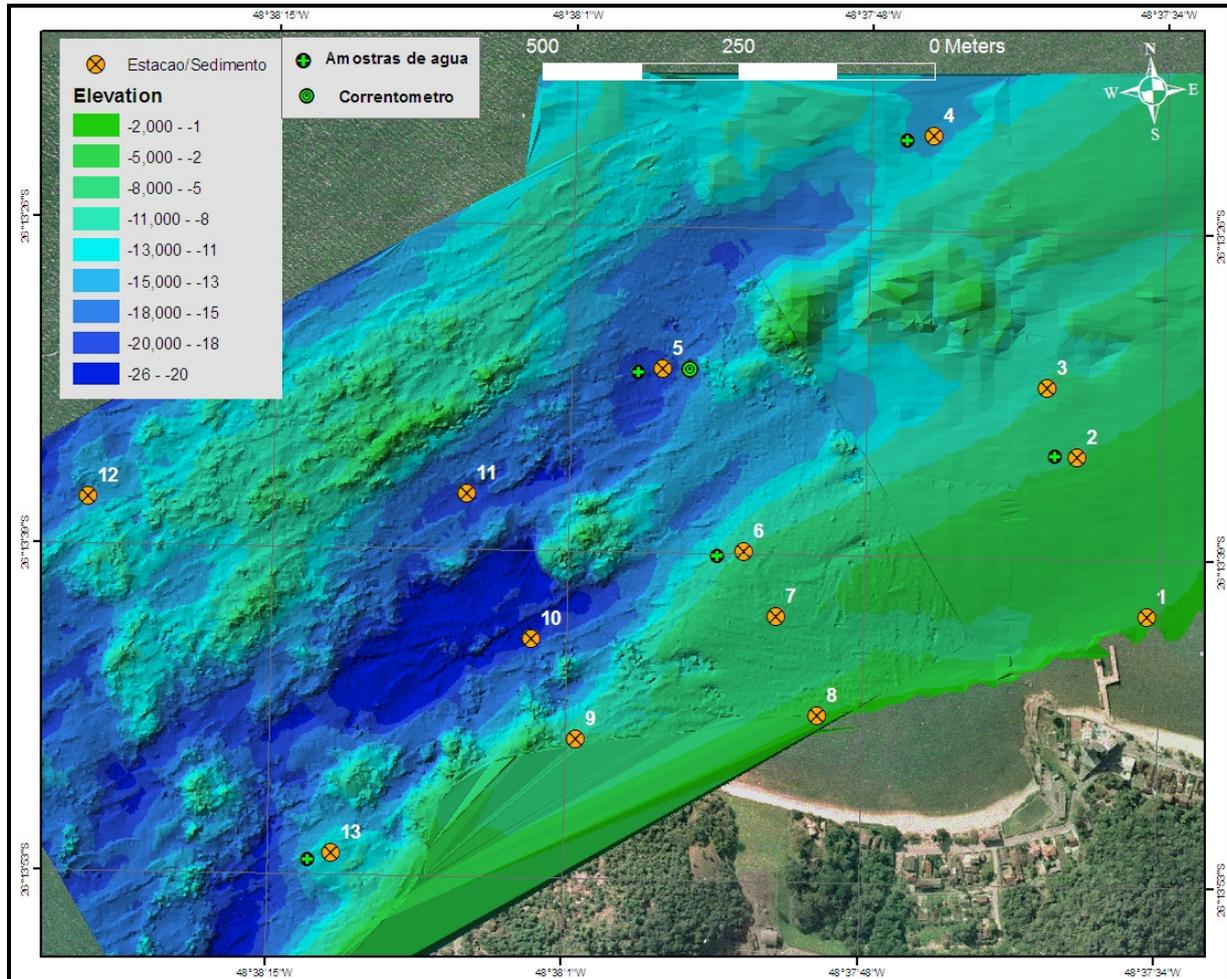


Figura 6.60: Detalhamento do plano amostral na área de influência direta do estudo.

### C) ANÁLISE SEDIMENTOLÓGICA

Os sedimentos acondicionados após a amostragem foram preparados para a retirada de sais e separados em porções destinadas à determinação dos teores de matéria orgânica e de carbonato de cálcio.

Os sedimentos foram processados, passando por quarteamento em quarteador de câmaras do **tipo Jones**, para obtenção de uma fração representativa do material em análise. As amostras foram separadas de acordo com diferentes intervalos granulométricos utilizando-se os métodos da peneiração para sedimentos com diâmetro maior que 0,062mm (areias) e pipetagem para os sedimentos mais finos (silte e argila), conforme sugere SUGUIO (1973). Para determinação dos intervalos de classes granulométricas foi adotada a **Escala de WENTWORTH** (1926, *apud* SUGUIO, 1973), adaptado para escala  $\phi$  (*phi*), por KRUMBEIN (1926, *apud* SUGUIO, 1973), amplamente empregada no processamento dos dados em meio digital.

Na análise dos sedimentos finos foi utilizado o método indireto de decantação das partículas em meio fluído, segundo a **Lei de STOKES** (1851 *apud* SUGUIO, 1973), que consiste na coleta do material lamoso diluído em água destilada numa proveta de 1.000ml com o auxílio de uma pipeta de 20ml (SUGUIO, 1973).

A análise estatística dos sedimentos foi realizada através da aplicação do **Programa SYSGRAN** desenvolvido por CAMARGO (1999), que calcula os parâmetros granulométricos estatísticos conforme as fórmulas de FOLK & WARD (1957). Com os dados resultantes foram desenvolvidos diagramas e histogramas que ajudaram na interpretação do ambiente, bem como forneceram as informações necessárias para a confecção dos mapas e posterior análise e interpretação dos dados litológicos e sedimentológicos, que compreenderam a etapa seguinte.

### D) ANÁLISE GEOMORFOLÓGICA

A geomorfologia de fundo da área de estudo foi analisada a partir de perfilagem digital com o uso do modelo numérico de terreno morfométrico e morfológico (ROSS, 1991).

Na interpretação morfológica foram utilizadas projeções em perspectiva tridimensional, geradas a partir do MNT (módulo *Arc Scene*) com a separação de cotas batimétricas em intervalos regulares. Tal análise foi realizada juntamente com a análise combinada de perfis batimétricos e de inclinação de pendentes.

Na perspectiva morfométrica, foram analisados momentos estatísticos da batimetria e a elaboração de histograma dos dados batimétricos.

A análise estatística dos sedimentos utilizou a espacialização dos dados, e posteriores análises de sobreposição espacial. Também foi realizada elaboração de diagramas de relação entre distribuição granulométrica e hidrodinâmica, como **Diagrama de PEJRUP** (1988) e de **Diagrama Shepard**.

### **6.2.3.6.1.3. RESULTADOS**

#### **A) GEOMORFOLOGIA DE FUNDO**

A análise da morfologia de fundo demonstrou que a área possui um relevo submerso bastante acidentado, com amplas variações de profundidade em pequena extensão, transversalmente a linha de costa (**Figura 6.61**).

A área hidrografada em escala local permitiu levantar amplitudes batimétricas da ordem de 25 metros. A profundidade média ficou em torno de 11m, com um desvio padrão de 5,38m e as profundidades máximas e mínimas foram 26m e 0,8m, respectivamente.

A descrição de quatro perfis da topografia de fundo, feita a seguir, irá pautar a análise geomorfológica (**Figuras 6.62 e 6.63**).

#### **PERFIL A**

Consiste no perfil mais suave e com menores profundidades em relação aos demais. Os primeiros 300 metros consistem em pente suave de 1 a 5 metros, com presença de marcas de ondulação, denotando fluxo com algum nível de turbulência, provavelmente relacionado à baixa profundidade.

Em seguida, é observada uma ruptura de cerca de 7,5 % na pente de inclinação do talude na faixa dos 6 a 8 metros, alternado com feições de canais de amplitude de 2 metros, as quais seguem até onze metros.

A partir dos primeiros 500 metros, aproximadamente, até os 800 metros de extensão, percebe-se a ocorrência de uma laje de natureza rochosa, que imprime uma amplitude batimétrica de 7 a 9 metros.

Este perfil apresenta ampla área diferenciada de plataforma sedimentar até aproximadamente 5 metros de profundidade, seguida de início de área erosional, marcada pelos canais que se iniciam entre a plataforma sedimentar e a laje, que será posteriormente comentada.

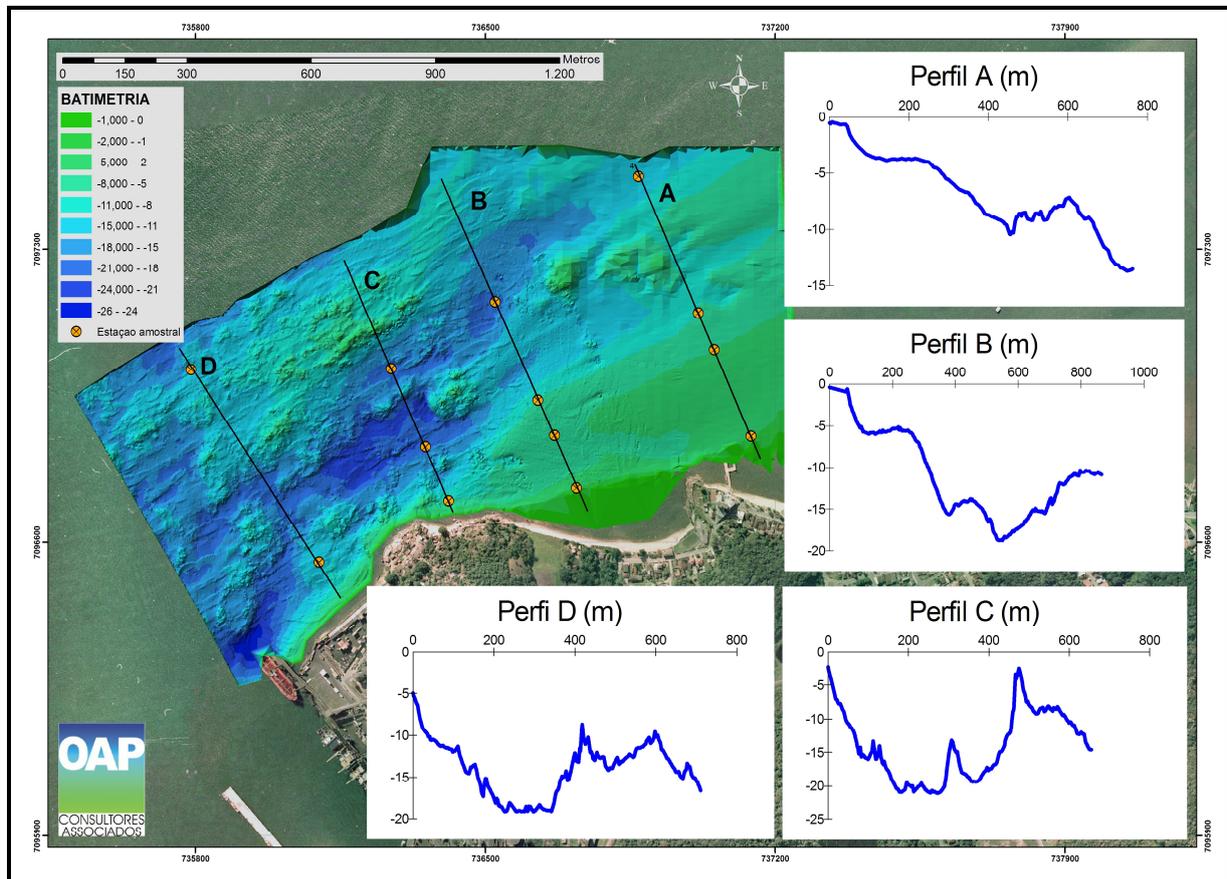


Figura 6.61: Perfis batimétricos plotados sobre o modelo numérico batimétrico.

## **PERFIL B**

Caracteriza-se por apresentar quebras de pendentes bem demarcadas na batimetria. Apresenta a mesma plataforma sedimentar entre 1 e 5 metros, porém de forma mais curta, alcançando no máximo 250 metros de extensão com um perfil côncavo.

Posteriormente, é seguida de uma pendente com inclinações de até 15%, seguindo de 6 até 15 metros de profundidade. Esta feição pode ser definida como um pequeno talude que passa a delinear um canal definido a 15 metros, o qual é prosseguido de um alto estrutural e seguido de mais uma feição acanalar que alcança 18 metros de profundidade.

A margem norte-noroeste deste segundo canal apresenta-se com inclinação mais suave, porém com superfície irregular, sugerindo processos de erosão por correntes, ou mesmo relíquias de erosão fluvial antiga.

## **PERFIL C**

Neste perfil a plataforma litorânea é inexistente, sendo iniciado diretamente por talude íngreme, que atinge 15 metros de profundidade com inclinação média de 35% antes de alcançar os primeiros 100 metros de extensão.

A ocorrência de uma superfície de fundo irregular é constatada devido à natureza rochosa predominante, a qual se mostra com marcas de retrabalhamento erosional diferencial. O canal atinge 22 metros de profundidade após 170 metros de extensão do perfil e segue com formato em ‘U’ seguido de elevação residual, que secciona o mesmo, atingindo até dez metros de profundidade. Tal retrabalhamento denota condicionamento estrutural relacionado com retrabalhamento subaéreo antecedente. O talude norte da feição do canal é caracterizado pela ocorrência maciça de laje rochosa, a qual atinge, até 2 metros, em nível de redução.

## **PERFIL D**

É semelhante ao Perfil C, pois se trata do mesmo ambiente e apresenta fundo de natureza rochosa consolidada, superfície de fundo irregular, além de feições de microrelevo de fundo, conforme se observa na **Figura 5.73**.

O Perfil D inicia-se com um talude menos inclinado que o Perfil C, porém de forma mais irregular. Em profundidades inferiores a 5 metros, ocorre um curto terracamento que ocasiona uma ruptura de declive nesta pendente. A feição de canal segue-se em formato em ‘U’, porém, não é mais seccionada e se apresenta com até 200 metros de largura entre as cotas de 15 e 20 metros de profundidade. O talude na outra margem do canal segue a noroeste, devido à presença de laje submersa, que alcança de 10 a 15 metros de profundidade em seu topo.

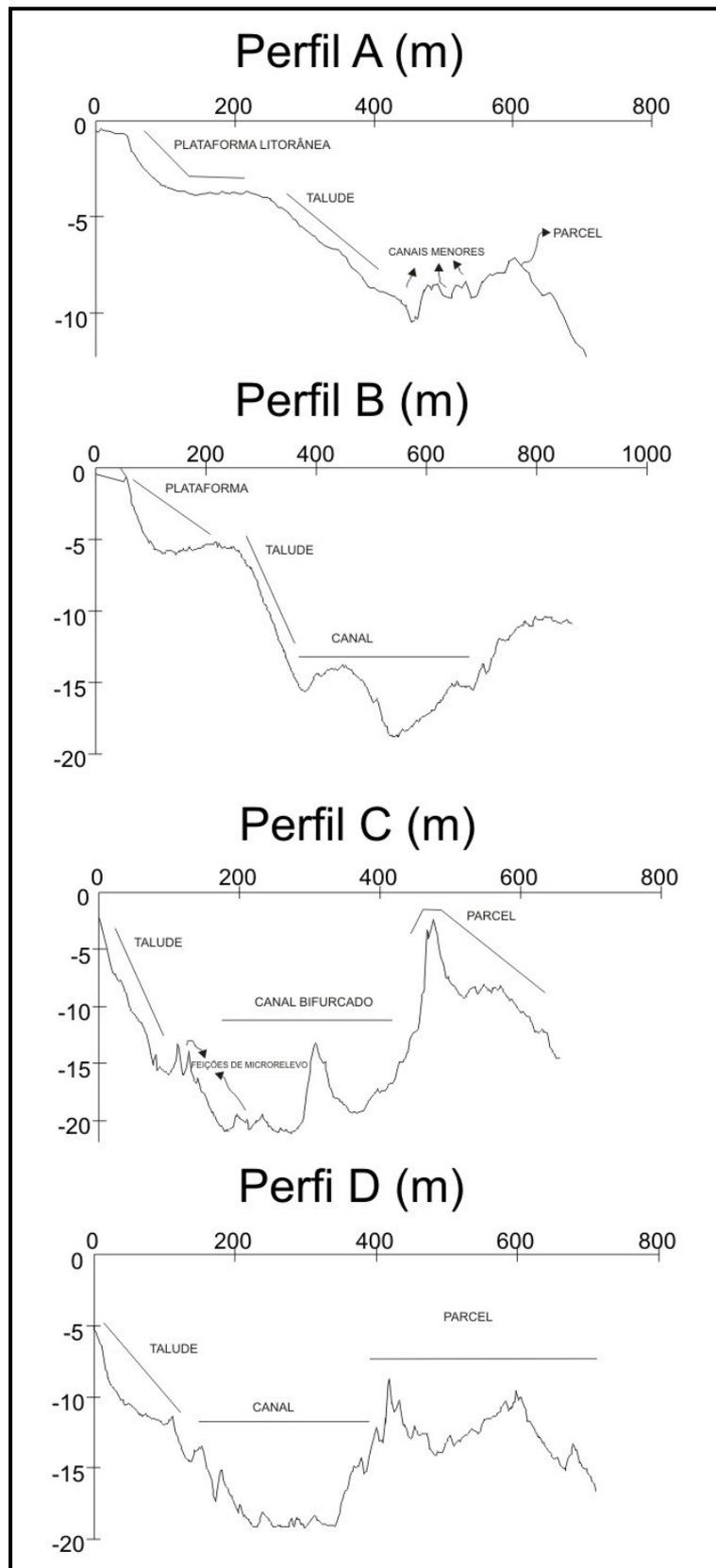


Figura 6.62: Perfis batimétricos e indicações de feições e compartimentos

Conforme observado na **Figura 6.63** e nas descrições dos perfis, ocorrem feições morfológicas e topográficas distintas, as quais podem ser consideradas de primeira ordem, dentro da escala trabalhada, destacando-se:

- **Plataforma Litorânea:** feição deposicional significativa que ocorre do limite inferior do estirâncio até o a isóbata de 5 a 6 metros, com inclinação média de 10 %. Sua largura varia de 200 a 600 metros, diminuindo em sentido sudoeste. Sua ocorrência está associada a processos deposicionais relacionados à orientação da linha de costa.
- **Talude:** consiste numa inclinação de 15 a 20% que se inicia entre 5 e 7 metros de profundidade e compõe a margem sul do canal longitudinal.
- **Canal rochoso:** possui clara orientação SW-NE sendo mais delineado topograficamente nas proximidades da mudança de orientação da linha de costa, ou seja, na “Ponta do Rabo Azedo”. Sua profundidade varia entre 11 e 26 metros, assim como sua natureza litosedimentológica, conforme será observado no decorrer deste estudo. Possui forte influência estrutural, estando, em sua maior parte, delimitado por lajes, parcéis e materiais resistatos rochosos, de forma geral.
- **Lajes e parcéis:** compõem a maior parte da área de estudo e denotam a alta influência morfoestrutural, remontadas ao Ciclo Brasileiro (450 milhões de AP) . A presença maciça de lajes, parcéis e pequenas elevações rochosas imprimem uma alta amplitude batimétrica à área. Geralmente esta amplitude varia entre 6 a 10 metros em primeira análise, e pode apresentar mais variações de segunda e terceira ordem relacionadas à irregularidade da superfície do fundo.

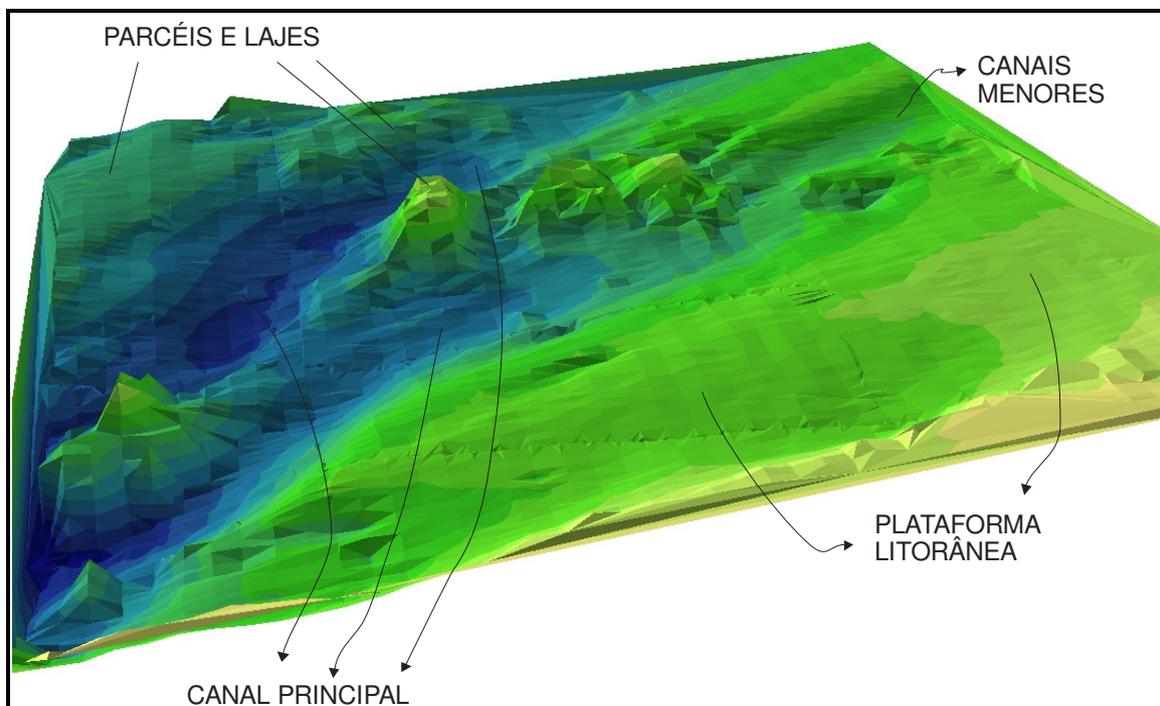


Figura 6.63: Perspectiva tridimensional de morfologia de fundo, com destaque para as principais feições.

## B) SEDIMENTOLOGIA

Foram realizadas 15 amostras geológicas de fundo, das quais duas foram feitas na outra margem da plataforma da baía (**Figura 6.59**) e em duas foram identificados fundos rochosos consolidados. As descrições das amostras sedimentares e seus pontos correspondentes podem ser observados nas **Tabelas 6.6, 6.7 e 6.8**, e nas **Figuras 6.59 e 6.60**.

**Tabela 6.6:** Resultados das amostragens em substrato consolidado.

Amostra	X	Y	Z	Descrição litológica
12	735789.138	7097011.955	11,5	Granitóides calci-alcalinos deformados, cataclásticos, equigranulares finos a médios, porfíricos, apresentando porções de gnaisses e milonito gnaisses.
13	736098.319	7096553.072	9,0	

**Tabela 6.7:** Resultados das amostragens de sedimentos de fundo e respectivos parâmetros.

Amostra	X	Y	Z (m)	PHI médio	Desvio Padrão	Assimetria	Curtose	CaCO <sub>3</sub> (%)	MO (%)	Cascalho	Areia	Silte	Argila
1	737141,4859	7096854,05	3,3	3,8864	3,5703	0,5165	1,0614	4,56	5,37	0,60	67,88	13,90	17,62
2	737052,5278	7097060,12	56,5	6,7116	3,0662	0,1448	0,6053	7,75	10,58	0,00	29,57	30,91	39,52
3	737014,1493	7097148,25	10,0	1,0257	3,0916	0,3042	1,2899	54,98	5,38	21,24	63,88	6,16	8,73
4	736869,8782	7097472,91	15,0	8,7635	2,2221	-0,1829	0,8201	8,88	16,55	0,00	2,67	29,96	67,37
5	736523,7260	7097174,29	20,0	0,8279	3,0724	0,2113	1,2270	63,35	5,87	23,78	64,47	5,53	6,22
6	736626,8226	7096939,55	8,0	5,1452	3,2230	0,6611	0,7687	12,66	7,54	0,80	55,67	18,19	25,34
7	736667,3700	7096855,68	7,0	7,4265	3,1006	-0,2071	0,7308	8,31	11,92	0,00	18,32	31,42	50,26
8	736719,9435	7096729,16	5,0	6,1339	3,7267	0,0059	0,7009	5,48	10,8	0,67	36,50	25,20	37,62
9	736411,4259	7096699,13	8,6	7,6984	2,9154	-0,1760	0,7732	4,69	14,82	0,03	14,43	34,52	51,02
10	736355,4309	7096828,07	22,0	5,2101	3,6591	0,4463	0,8332	20,99	10,17	3,10	49,19	19,28	28,43
11	736272,6669	7097014,17	19,0	0,7254	3,1688	0,3528	1,1384	66,40	8,94	30,48	55,64	6,17	7,71
14	735788,4174	7098586,87	9,5	6,4505	3,3431	0,1001	0,6072	5,00	17,15	1,86	35,11	23,60	39,44
15	735338,7734	7098273,49	9,2	5,1611	3,1010	0,7560	0,6956	8,12	8,63	1,13	56,91	16,26	25,70

**Tabela 6.8:** Classificação pelos parâmetros de FOLK & WARD (1957)\* e pelo diagrama de Shepard.

Amostra	Classificação por diagrama de Shepard	Classificação pela média	Curtose	Assimetria
1	Areia argilosa	Areia muito fina	Mesocurtica	Muito positiva
2	Argila siltica arenosa	Silte fino	Platicurtica	Positiva
3	Areia argilosa	Areia média	Leptocurtica	Muito Positiva
4	Argila siltica	Argila grossa	Platicurtica	Negativa
5	Areia argilosa	Areia grossa	Leptocurtica	Positiva
6	Areia Argilosa	Silte médio	Platicurtica	Muito Positiva
7	Argila siltica	Silte muito fino	Platicurtica	Negativa
8	Argila siltica arenosa	Silte fino	Platicurtica	Aprox. simétrica
9	Argila siltica	Silte muito fino	Platicurtica	Negativa
10	Areia argilosa	Silte médio	Platicurtica	Muito Positiva
11	Areia argilosa	Areia grossa	Leptocurtica	Muito Positiva
14	Argila siltica arenosa	Silte fino	Muito Platicurtica	Positiva
15	Areia argilosa	Silte médio	Platicurtica	Muito Positiva

\* a dispersão é classificada como “**muito pobremente selecionada**” para todas as amostras.



O Complexo Tabuleiro, também denominado Complexo Paranaguá tem sua origem no Ciclo Brasileiro, há cerca de 450 milhões de anos AP e é relacionado com intrusões de plútons batolíticos ou stocks, nas rochas encaixantes do Complexo Granulítico de Santa Catarina (DNPM, 1988).

A **Figura 6.65** apresenta também a atividade biológica que se desenvolve no substrato consolidado. Tais organismos produzem e crescem ao ambiente da baía, sedimentos biogênicos, geralmente, na fração cascalho, e com constituição dada por carbonato de cálcio.

As **Figuras 6.66 e 6.67** mostram as distribuições espaciais dos teores de carbonato de cálcio e de matéria orgânica ao longo da área de estudo.



**Figura 6.65:** Substrato consolidado coletado na estação nº 12.

A distribuição dos teores de carbonato de cálcio na área de estudo (**Figura 6.66**), apresenta-se associada às profundidades e à atividade biológica. As maiores concentrações de  $\text{CaCO}_3$  estão situadas ao norte da área de estudo, estando presente em mais de 40% das amostras de nº 3, 5 e 11. As maiores profundidades associadas aos canais e parcéis apresentaram teores de carbonato de cálcio maiores que 50%.

Teores intermediários de  $\text{CaCO}_3$ , entre 10 e 30%, ocorreram no talude sul e no canal principal, enquanto que baixos teores estão associados às áreas mais rasas de bancos e plataformas sedimentares.

De forma geral, foram elevados os teores de matéria orgânica (MO) presentes nos sedimentos de fundo da área de estudo (**Figura 6.67**).

Ademais, destacam-se duas áreas com valores superiores a 12%, sendo que uma está situada a nordeste da área associada ao banco sedimentar e a outra ao sul, defronte ao promontório rochoso.

Este último foco de concentração de MO está, provavelmente, associado à ocupação que ocorre nas proximidades do ponto amostrado (algumas dezenas de metros), nas encostas do Morro Bela Vista (Rabo Azedo). A referida ocupação é de caráter irregular e suas residências não são atendidas por rede coletora de esgotos domésticos, fazendo a disposição dos mesmos *in natura* diretamente na baía.

As menores concentrações de MO ocorreram nos locais de máxima concentração de carbonato de cálcio, demonstrando forte correlação negativa entre estas variáveis, ou seja, a ocorrência de  $\text{CaCO}_3$  e MO é inversamente proporcional. A faixa intermediária de concentração de MO ocorre na maior parte da plataforma sedimentar e também ao sul, onde predominam os canais e lajes. Tal diminuição está associada à predominância de fundo rochoso, ao regime de maior energia hidrodinâmica dos canais, assim como devido a atividade biológica produtora de sedimentos calcários biogênicos.

Na plataforma litorânea, teores entre 8 e 12% de MO estão dispostos de forma contínua, especialmente sob as isóbatas de 5 a 6 metros.

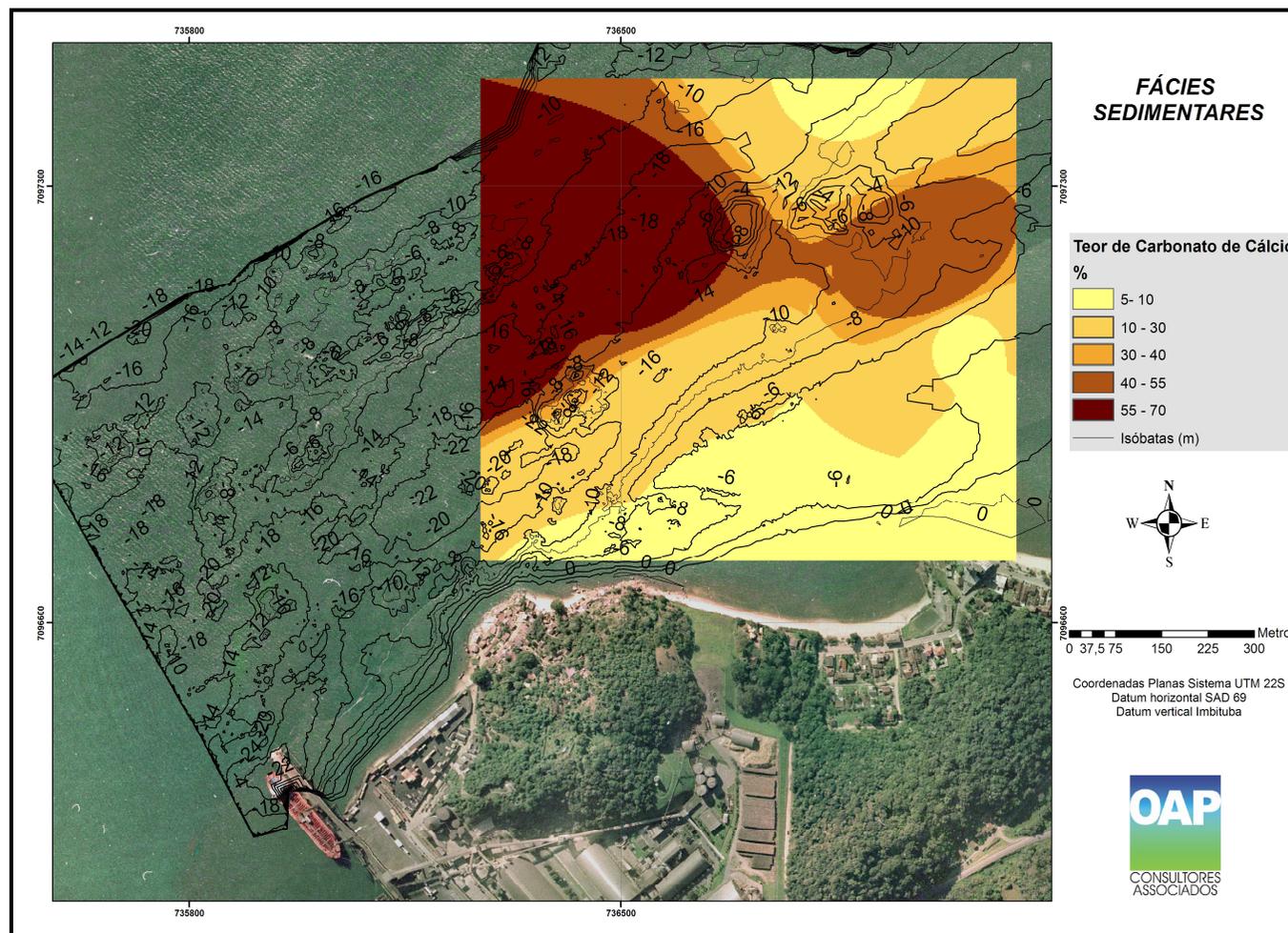


Figura 6.66: Distribuição dos teores de carbonato de cálcio na área de estudo.

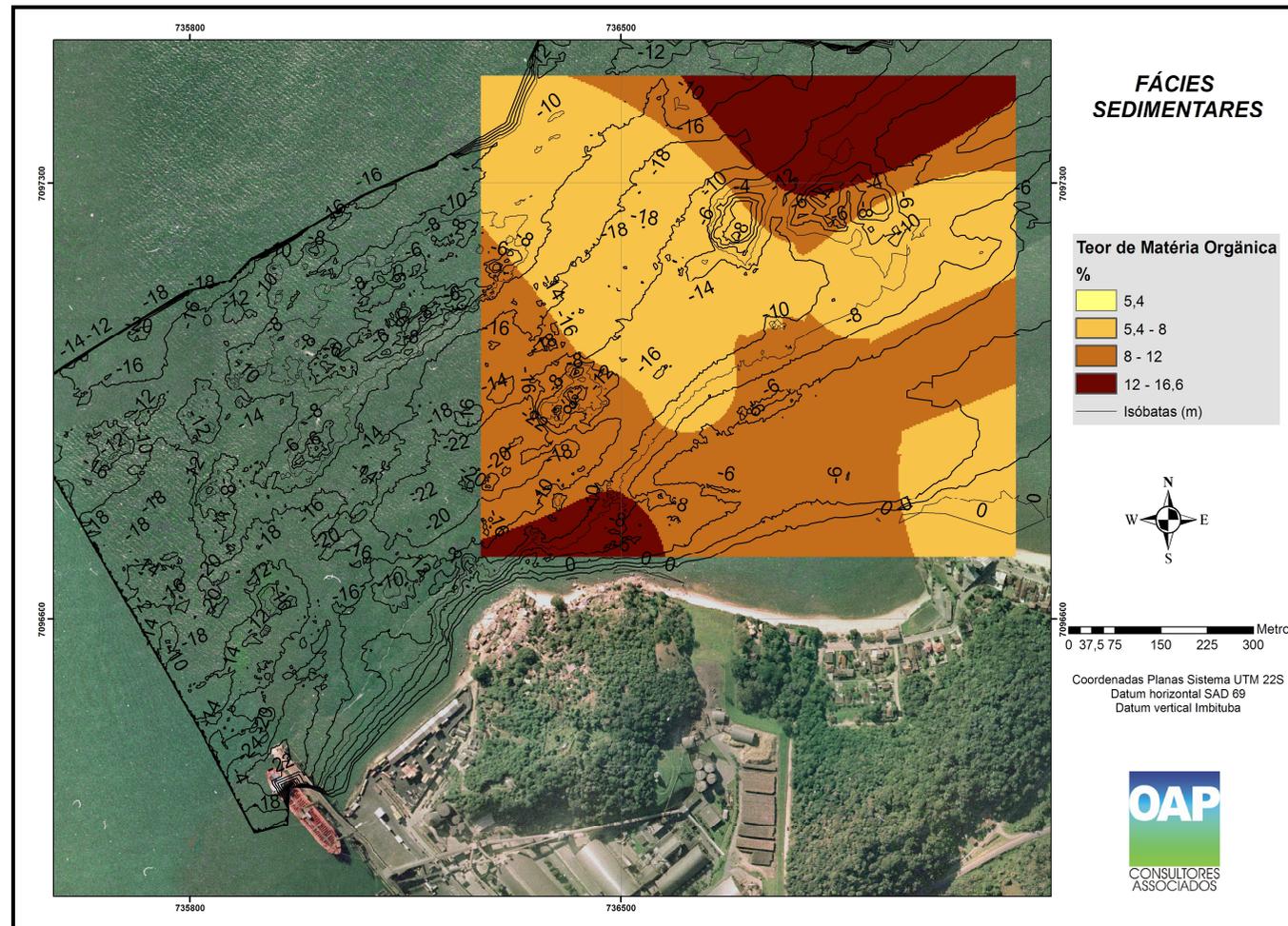


Figura 6.67: Distribuição dos teores de matéria orgânica na área de estudo.

A análise detalhada da distribuição espacial dos cascalhos ao longo da área de estudo (**Figura 6.68**), permite afirmar que a porcentagem de cascalho nos sedimentos foi bastante elevada em algumas amostras, estando intimamente relacionada com os teores de carbonato de cálcio. Essa correlação positiva indica que, provavelmente, a maior parte dos cascalhos encontrados nas amostras é de origem biológica. Além disso, tal indicação sugere que trata-se também de área com hidrodinâmica mais elevada em relação às demais, caracterizando-se como área de erosão e transporte sedimentar biogênico.

Locais com baixa ocorrência de cascalhos foram observados em áreas compostas, predominantemente por bancos sedimentares e plataforma litorânea. Outro local que apresenta baixa ocorrência de cascalho é a área de canal ao sul-sudoeste da área de estudo (**Figura 6.68**), sugerindo um aumento da hidrodinâmica no sentido NE-SW.

De forma geral, a fração arenosa foi a de maior ocorrência na área de estudo, (**Figura 6.69**), onde constata-se que 80% das amostras possuem de 30% a 50% de areia em sua composição total. Nota-se, ainda que as amostras de n<sup>os</sup> 3, 5, 10 e 11, que representam as áreas com maior ocorrência de cascalho e carbonato de cálcio, também apresentaram os maiores teores de areia.

Porém, a proximidade da linha de costa e desembocaduras de canal estuarino também pode estar associada à maior presença de areias, como indica o resultado das amostras n<sup>os</sup> 1 e 3. Efeitos de fricção de fundo (MIRANDA *et al.*, 2002) e fluxos bidirecionais, incrementam a energia na plataforma litorânea rasa.

As amostras com menos de 20% de areia foram as de n<sup>os</sup> 4, 7, 9 e 12, todas coletadas em áreas onde ocorrem as feições deposicionais **Plataforma Litorânea** e **Banco Sedimentar**.

O teor de silte nas amostras apresenta-se de forma mais homogênea, variando entre 15% e 25% e ocorrendo tanto em áreas de canais, como em banco e plataforma litorânea (**Figura 6.70**). Variações sobre esta concentração se dão em formas extremamente pontuais, tanto para valores superiores como inferiores à média.

A porcentagem de silte foi baixa onde a concentração de areia foi superior a 50%, demonstrando correlação negativa entre essas duas frações sedimentares (**Figura 6.70**). Por outro lado, seu aumento gradual se dá em áreas com menores concentrações de areia e maiores concentrações de matéria orgânica.

A distribuição espacial da fração argila se mostra fortemente correlacionada com os teores de areia e um pouco menos com teores de silte (**Figura 6.71**).

Vale ressaltar que esta fração possui grande representatividade na área amostral, com áreas mais bem definidas que a fração areia.

A maior ocorrência supera 50% e se dá no banco sedimentar situado a norte-nordeste. Na plataforma litorânea, mais especificamente nas amostras n<sup>o</sup> 7 e 9, também ocorrem dois picos expressivos com teores superiores a 50%. Esses valores estão intimamente associados aos teores mais elevados de matéria orgânica, provavelmente devido aos processos de adsorção, floculação e precipitação desta com sedimentos finos.

Áreas com valores inferiores a 20% de argila ocorrem, predominantemente sobre os canais, indicando a correlação entre a maior hidrodinâmica estuarina e a baixa deposição de sedimentos finos (**Figura 6.71**). Porém, sua presença indica processos biológicos associados ao microrelevo de canais e lajes submersas.

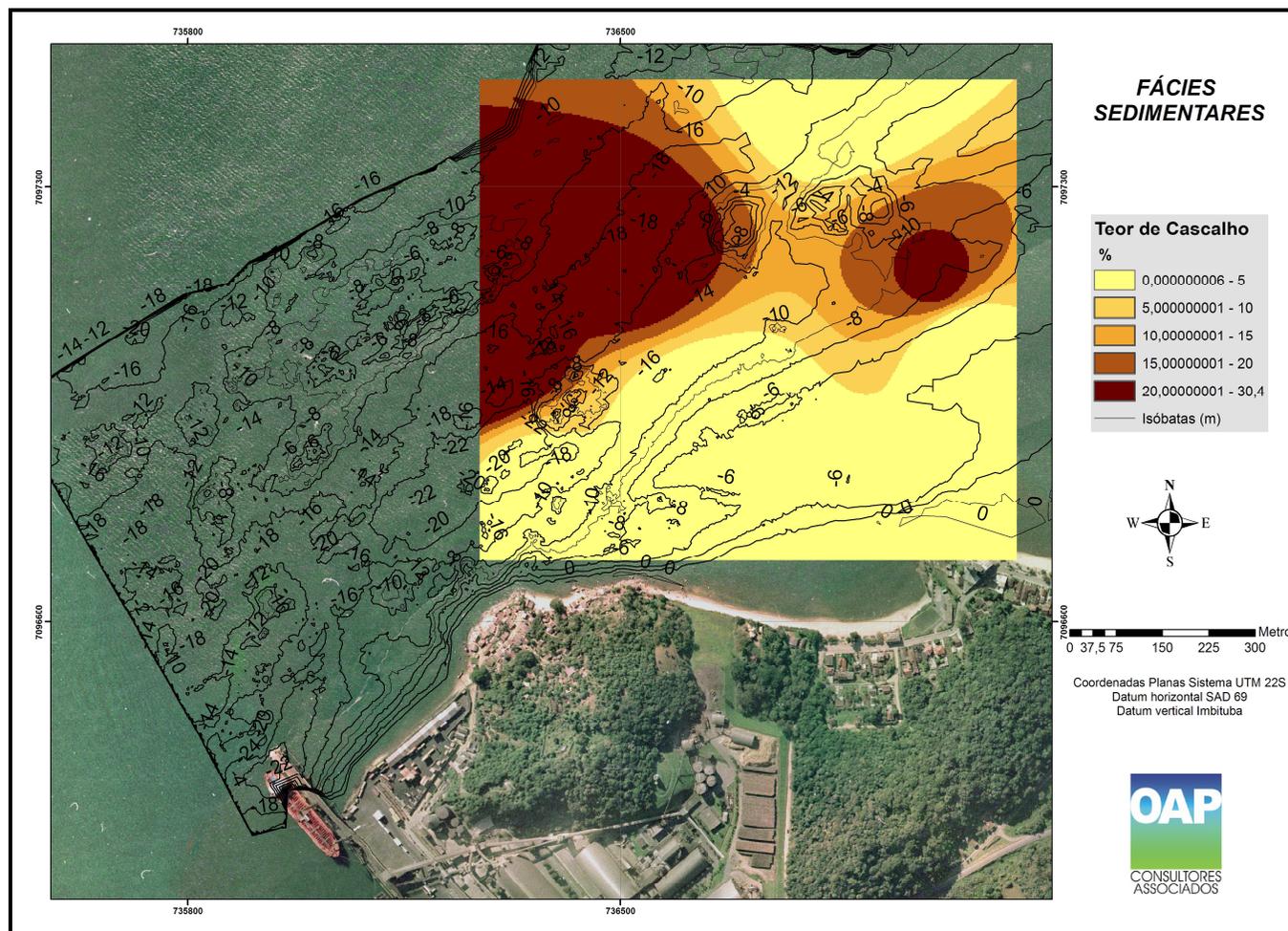


Figura 6.68: Distribuição do percentual de cascalho na área de estudo.

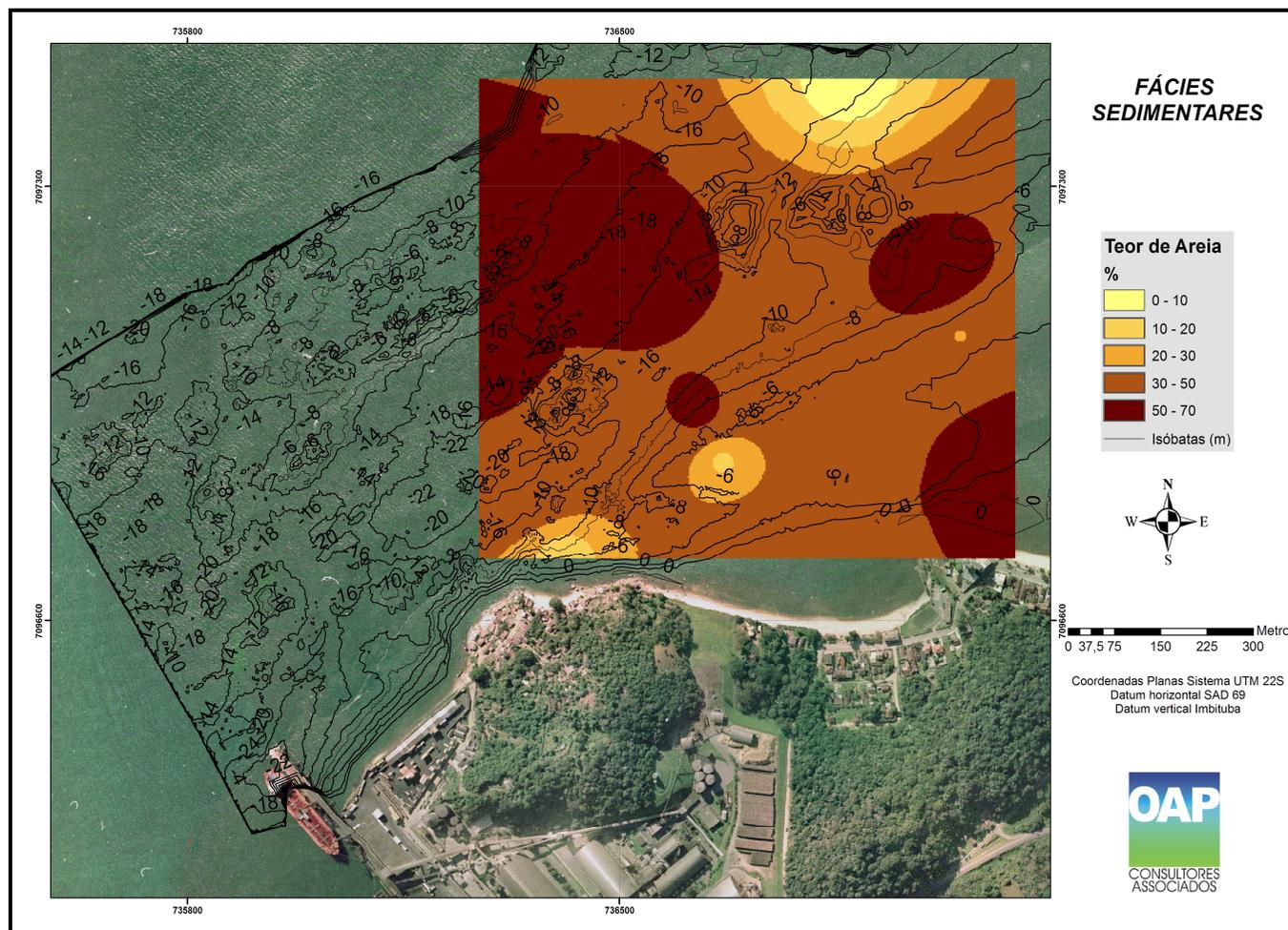


Figura 6.69: Distribuição do percentual de areia na área de estudo.

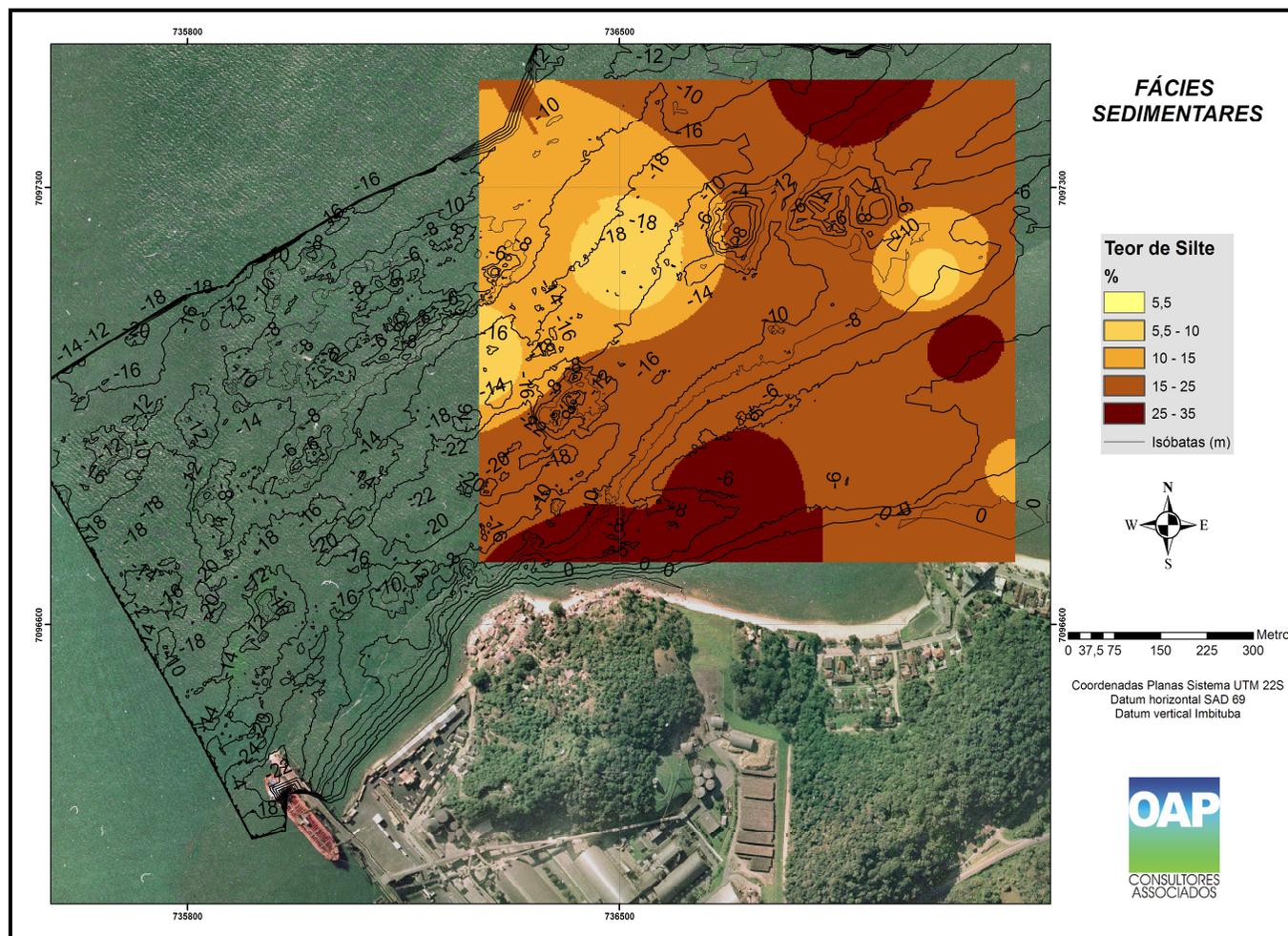


Figura 6.70: Distribuição do percentual de silte na área de estudo.

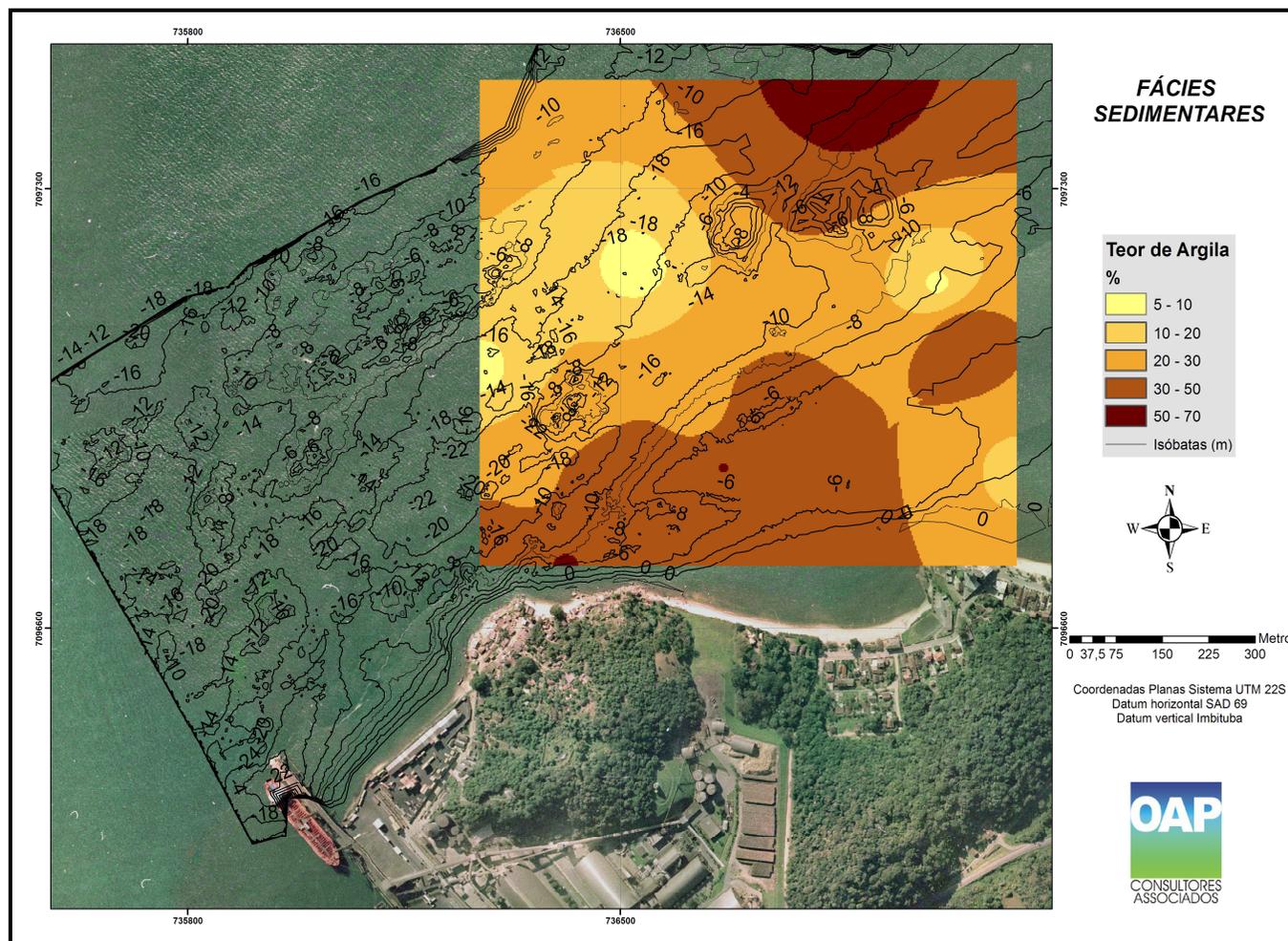


Figura 6.71: Porcentagem de argila presente na área de estudo.



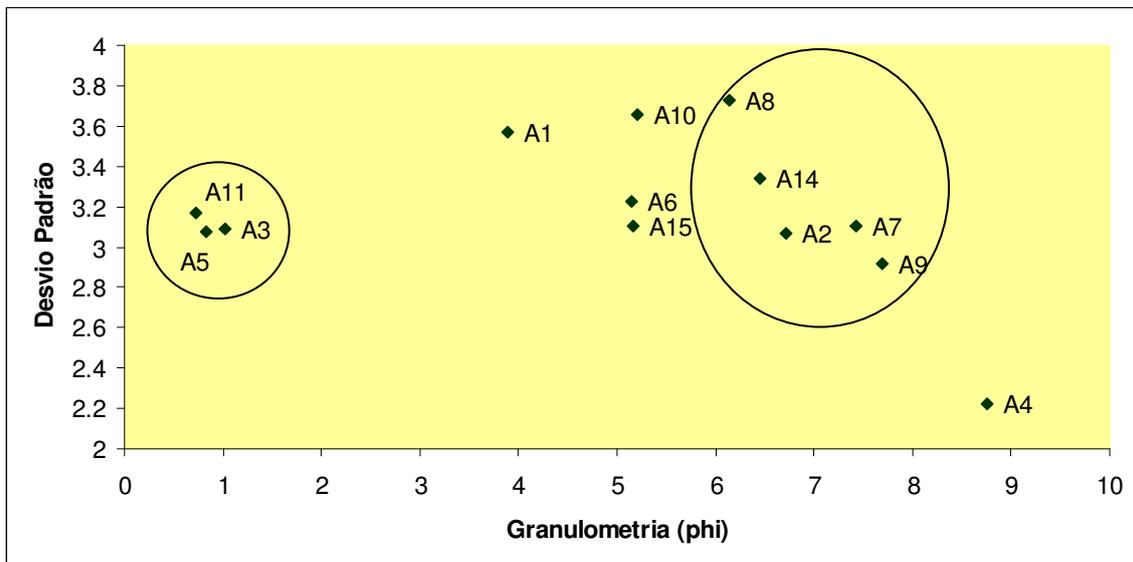


Figura 6.73: Gráfico demonstrando a relação granulometria média/desvio padrão

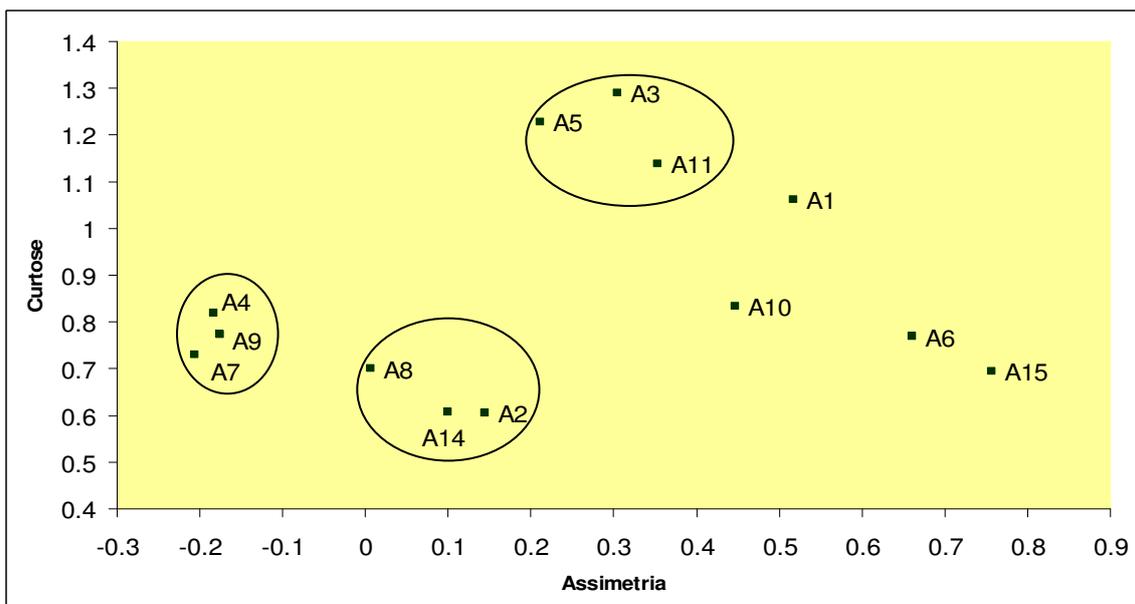


Figura 6.74: Gráfico demonstrando a relação curtose/assimetria.

A Figura 6.73 demonstra a relação entre tamanho médio de grão e desvio padrão, onde os maiores grãos indicam áreas de maior energia, portanto de tendência erosiva, como nas amostras de n<sup>os</sup> 3, 5 e 11. No outro extremo está a amostra de n<sup>o</sup> 4, a qual apresenta sedimentos finos, predominando as argilas e menor desvio padrão, o que caracteriza área de deposição de sedimentos finos, portanto de baixa energia.

Conforme relata BIGARELLA *et al.* (1970), o coeficiente de seleção é um indicador de variação nas condições presentes no fluido transportador, seja na velocidade ou no grau de turbulência, sendo um resultado do processo de sedimentação que nele atua.

Com relação a estas amostras, a mesma situação foi constatada na **Figura 6.73**, onde a relação entre a curtose e a assimetria dá indicativos da hidrodinâmica local. Os sedimentos destacados agrupam-se em leptocurticos de assimetria aproximadamente simétrica a positivos, indicando áreas de erosão (3, 5 e 11) e fluxo unidirecional, provavelmente residual.

O agrupamento das amostras 4, 7 e 9 foi feito em função das mesmas demonstrarem áreas deposicionais de natureza mesocurtica a platicúrtica de assimetria negativa, indicando predomínio de fluxo bidirecional. Outro agrupamento, desta feita entre as amostras de n<sup>os</sup> 2, 8 e 14, se deu em razão destas demonstrarem áreas deposicionais de natureza platicúrtica a muito platicúrtica, indicando, predominantemente, áreas deposicionais (**Figura 6.74**).

As amostras de n<sup>os</sup> 1, 6, 10 e 15 representam áreas intermediárias quanto ao predomínio de erosão ou deposição, estando mais relacionadas com as últimas, exceção feita à amostra n<sup>o</sup> 1, que está situada em local raso e, por isso, é assolada pela ressuspensão de sedimentos e fluxos promovidos pelas correntes geradas pela maré e pelo vento.

A partir da análise entre os dados sedimentológicos e sua distribuição espacial pode-se constatar a ocorrência de uma zona de menor energia, que ocorre de forma linear e paralela à plataforma sedimentar litorânea, em sua parte central sob as isóbatas de 5 e 6 metros (**Figuras 6.70 e 6.71**).

## D) COMPARTIMENTAÇÃO GEOMORFOLÓGICA

Com base nas análises sedimentológicas e morfológicas de fundo, a área de estudo pode ser dividida em cinco compartimentos e nove unidades geomorfológicas, de acordo com as descrições a seguir e com as ilustrações das **Figuras 6.75 e 6.76**.

- **Plataforma Litorânea Rasa:** área predominantemente deposicional situada entre o limite inferior da zona inframaré até a cota de 6 metros de profundidade.
- **Talude:** dividida em duas unidades: alto talude (6 a 8m) e baixo talude, sendo que este último possui maior energia.
- **Canal Principal:** dividido entre o canal principal e os canais menores, que estão localizados nas adjacências e entre as lajes e parcéis. São áreas predominantemente erosivas.
- **Parcéis e lajes:** remanescentes rochosos que alcançam cotas de 1 a 12 metros de profundidade. Estão divididos em um parcel principal e sete parcéis e lajes menores, distribuídos ao longo e nas proximidades do canal.
- **Banco lamoso:** apenas parte de um banco de natureza lamosa e arenosa ocorre na área investigada, e se trata da ponta desta feição predominantemente deposicional, que, provavelmente, é influenciada pelas drenagem e pelas desembocaduras de canais estuarinos.

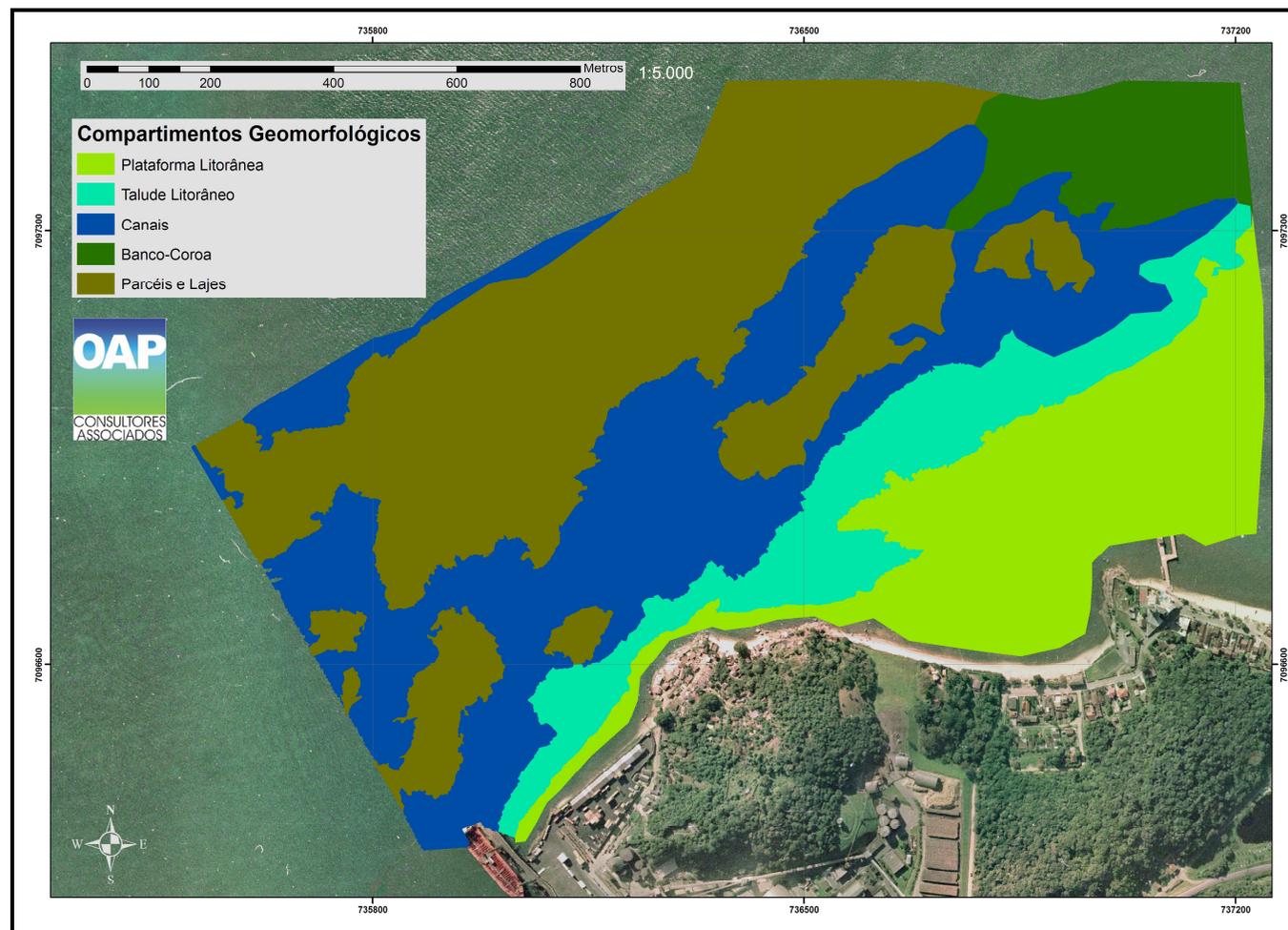


Figura 6.75: Mapa de compartimentação geomorfológica da área estudada.

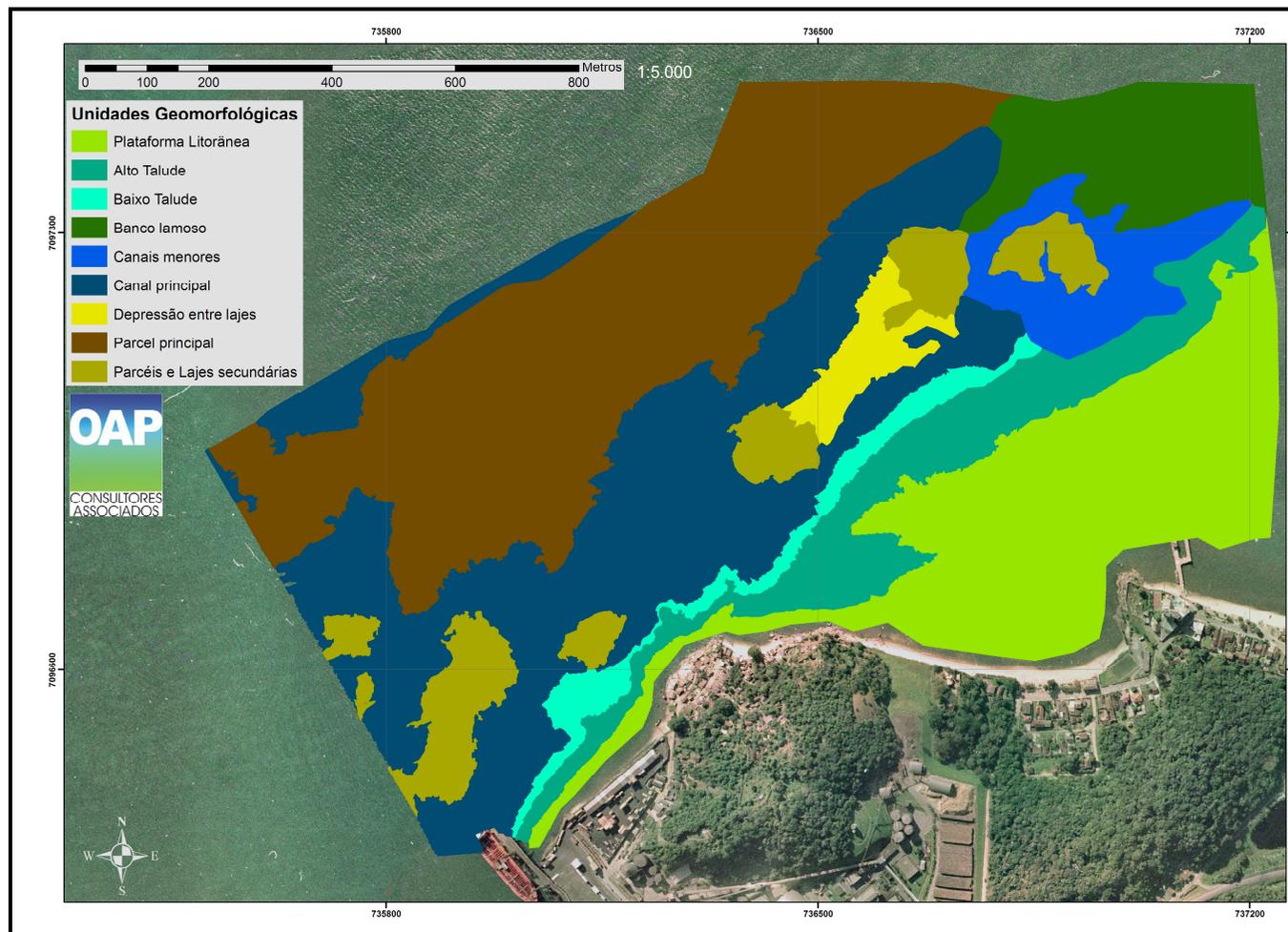


Figura 6.76: Mapa das unidades geomorfológicas encontradas na área estudada.

## E) ASPECTOS QUÍMICOS

Foram selecionados 15 pontos de amostragem para a avaliação química dos sedimentos, em atendimento necessidade de conhecimento do ambiente sedimentar marítimo e da necessidade de obtenção de uma análise de branco anterior à implantação do empreendimento. Os pontos amostrados tiveram suas posições demarcadas por georreferenciamento (**Figura 6.59**).

Estes pontos tiveram amostragem dos sedimentos realizada em 17 de dezembro de 2007, com armazenamento em potes especiais, identificados pelo laboratório de análise e analisadas a partir de 21 de dezembro de 2007 por empresa com certificação NBR 17.025 conforme apresentado nos Anexos do presente estudo.

A Resolução CONAMA 344 de março de 2004 estabelece valores para a classificação da qualidade dos sedimentos com base nos teores dos sedimentos dos Estados Unidos da América e do Canadá. Estes valores são orientadores da possibilidade dos potenciais efeitos sobre a biota aquática, onde os teores encontrados nas análises dos sedimentos de ambientes em águas salinas e salobras são comparados com os níveis 1 e 2 para águas salinas e salobras constante nos laudos do respectivo anexo.

Dos quinze pontos georreferenciados para amostragem, dois deles encontraram rocha e em treze foi possível amostragem. Os sedimentos analisados nos treze pontos amostrados possuem seus teores abaixo do nível 1 e 2 da referida Resolução CONAMA, portanto, não havendo qualquer risco para a biota marinha local em função de sua movimentação.

Os teores de nitrogênio Kjeldahl e fósforo são comparados com valores apresentados na Tabela IV da já mencionada Resolução, onde estes valores são orientadores da presença de matéria orgânica e nutrientes em excesso presentes em águas salinas e salobras.

As análises mostraram que os teores de nitrogênio e fósforo estão acima dos indicados na referida Tabela, para todas as amostras, pois trata-se de ambiente de manguezal. A própria Resolução em pauta especifica que “*Ficam excluídos de comparação com a presente caracterização, os valores oriundos de ambientes naturalmente enriquecidos por matéria orgânica e nutrientes, como manguezais*”. Por este motivo, estes resultados servem tão somente para caracterizar e conhecer os sedimentos.

Considerando que os resultados das análises demonstram que nenhum dos parâmetros analisados ultrapassam os limites da norma balizadora, não há recomendações a serem feitas com relação a destinação de resíduos sólidos, até mesmo pelo fato de não serem necessárias obras de dragagem.

#### **6.2.3.6.1.4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Foi observada ao longo deste Estudo Ambiental a ocorrência de duas principais tendências granulométricas graduais, as quais se posicionam longitudinalmente e transversalmente à área estudada, apresentando comportamento crescente no sentido SW-NE e decrescente no sentido SE-NW.

De forma geral, foi constatado um processo deposicional na direção SW-NE, O aumento na largura da feição de plataforma corrobora com a informação obtida nos estudos sedimentológicos.

Neste contexto, o caráter leptocúrtico das amostras de n<sup>os</sup> 5 e 11 expressam áreas erosivas, enquanto as amostras 1 e 4 expressam outro extremo, de caráter deposicional (**Tabelas 6.7 e 6.8**).

## 6.2.3.6.2. OCEANOGRAFIA FÍSICA

### 6.2.3.6.2.1. ESTUDOS ANTERIORES

#### A) FORÇANTES METEOROLÓGICAS

RODRIGUES *et al.* (2004) definiram para o litoral catarinense uma climatologia de frentes frias, através de dados de re-análise do NCEP (Numerical Climatological Environmental Prediction) no período de 10 anos, mais especificamente de 1990 a 1999, dando ênfase aos campos que influenciam a maré meteorológica. As passagens de frentes frias foram objetivamente identificadas, levando em consideração o giro do vento para a direção sul, a persistência do vento de sul por pelo menos um dia e uma queda de temperatura do ar simultânea ao giro do vento, ou até dois dias depois. Em média, 3 a 4 frentes frias atingem o litoral de Santa Catarina a cada mês, com intervalo médio de 8 dias. Este número é ligeiramente intensificado nos meses de primavera (Setembro a Dezembro). A trajetória típica de deslocamento dos sistemas foi de sudoeste para nordeste (SW-NE), com duração média de 3 dias.

Os campos atmosféricos no período da passagem frontal indicam uma variabilidade sazonal bem definida em relação aos ventos, no pós-frontal, associada à trajetória de deslocamento e intensidade dos ciclones e anticiclones em latitudes médias. No inverno, os ciclones intensificam-se no oceano, gerando fortes ventos de sudoeste na costa catarinense, especialmente no litoral sul. No verão, o vento de sudeste é o mais freqüente, especialmente no litoral norte, em associação aos cavados que se configuram na Região Sudeste do Brasil.

Ventos de nordeste são os mais freqüentes durante todo ano no litoral (~40%) e estão associados ao predomínio da alta subtropical do Atlântico Sul. Além de mais freqüente, pode-se dizer que são os mais persistentes, pois são verificados períodos de atuação de até 15 dias consecutivos, associados à ausência de passagens frontais.

Dados meteorológicos e maregráficos da Ilha de São Francisco, localizada no litoral norte catarinense, foram analisados por TRUCCOLO *et al.* (2002), mostrando que nem todos os sistemas frontais ocasionam alterações significativas do nível do mar da costa catarinense. Frentes frias de vento sudeste, situações típicas de verão, geram aumentos do nível do mar que podem ser considerados pequenos quando comparados aos aumentos observados em condições de pós-frontal com ventos de sudoeste e sul, que são típicas de inverno e favorecem o empilhamento de água na costa Sul do Brasil, por ação do **Efeito Ekman**.

Eventos de aumentos significativos do nível do mar em São Francisco do Sul são observados quando ocorrem fortes ventos sul no litoral do Rio Grande do Sul, característicos do pós-frontal de inverno.

TRUCCOLO *et al.* (2002) descreveram a partir de análises estatísticas e aplicação de modelos de regressão linear múltiplos no domínio do tempo e da freqüência, um quadro dinâmico das relações entre a maré meteorológica e as forçantes atmosféricas locais de São Francisco do Sul. Foram utilizadas, para isso, séries temporais de nível do mar, pressão atmosférica, direção e velocidade do vento, coletadas no período compreendido entre os meses de agosto e dezembro de 1996.

O modelo de regressão linear múltipla no domínio do tempo explicou 56% da variabilidade da maré meteorológica em função da tensão do vento Sul-Norte e da pressão atmosférica. As relações encontradas indicam um atraso na resposta do nível do mar de 6 horas aos efeitos da tensão do vento, e de 37 horas aos efeitos da pressão. TRUCCOLO *et al.* (2002) identificaram uma simetria na resposta do nível às tensões longitudinais Sul-Norte de mesma intensidade, porém a tensão de Sul possui menor duração e maiores intensidades. A direção de *stress* do vento mais efetiva em induzir oscilações no nível do mar é a direção de 0° em relação ao norte, sugerindo uma consistência da **Teoria de Ekman** para o local.

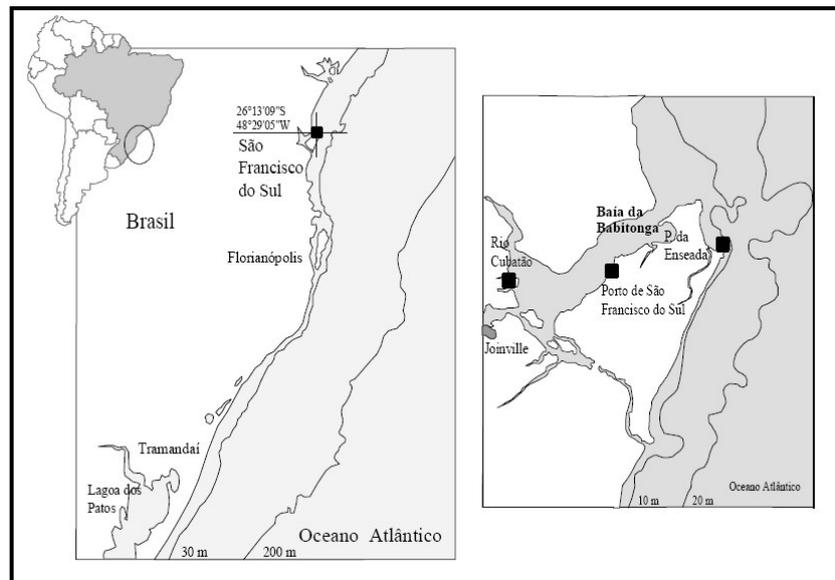
O modelo de regressão linear múltiplo no domínio da frequência explicou 84% da variabilidade da maré meteorológica. O oceano responde à tensão do vento longitudinal após um período de 10 a 12 horas e à pressão atmosférica após um período aproximadamente inercial de 27 horas. A influência dos ventos ortogonais à linha de costa foi desprezível.

## B) FORÇANTES ASTRONÔMICAS (MARÉS)

As marés representam a resposta do oceano às forçantes gravitacionais astronômicas. Em plataformas continentais largas, as oscilações do nível do mar e as correntes, nas frequências astronômicas das marés apresentam-se, em geral, como co-oscilações com o oceano profundo, isto é, a maior parte da energia fica com as ondas excitadas na região costeira pelas oscilações globais do oceano profundo, sendo a comunicação estabelecida através do talude e da quebra da plataforma continental (MIRANDA *et al.*, 2002). A seguir estão mostrados os resultados obtidos pelo estudo intitulado “**Marés astronômicas para a Baía da Babitonga**” realizado por TRUCOLLO & SCHETTINI (1999).

Para caracterizar este estuário, TRUCOLLO & SCHETTINI (1999) descreveram o regime da maré astronômica para diferentes pontos, a partir dos valores de amplitude de constituintes harmônicos medidos, conforme sugerido em SCHUREMAN (1941) e PALMER *et al.* (1980). A importância relativa das constantes diurnas e semidiurnas de maré foram avaliadas através do **Número de Forma** (PUGH, 1987). Para observar o comportamento das amplitudes de constituintes mareais e a assimetria da onda mareal ao longo deste estuário, foram consideradas relações entre a fricção com o fundo e a convergência lateral do canal. Também foi investigado se o comportamento da amplitude da maré ao longo do estuário apontava sobreposição da maré astronômica com ondas geradas pela oscilação natural do corpo de água. Isto ocorre porque sistemas que são forçados por oscilações próximas ao seu período natural respondem aumentando a amplitude e apresentam um comportamento ressonante. Em outras palavras, o período de oscilação natural de um corpo de água é o tempo dado para uma onda se propagar até o outro lado do sistema, sofrer reflexão e retornar. Caso o período de oscilação natural seja semelhante ou múltiplo de algum constituinte harmônico, poderá ocorrer à amplificação em determinadas frequências. Se o comprimento da baía for somente uma fração do comprimento da onda de maré a amplificação é pequena, e outros processos estarão atuando (PUGH, 1987).

Os objetivos do estudo de TRUCOLLO & SCHETTINI (1999) foram caracterizar e avaliar o comportamento da maré astronômica local e a propagação desta onda de maré para o interior da Baía da Babitonga. O método consistiu primeiramente no tratamento de dados de constantes harmônicas de maré, obtidos para duas localidades: (1) Praia da Enseada (26°13'09"S, 48°29'05"W) e (2) Porto de São Francisco do Sul (26°14'05"S, 48°38'02"W). A primeira estação foi localizada na costa e a segunda distante 14 km à montante da barra da baía (**Figura 6.77**).



**Figura 6.77:** Pontos de coleta de dados localizados na Praia da Enseada e no Porto de São Francisco do Sul. (Fonte: TRUCOLLO & SCHETTINI, 1999).

As constantes harmônicas para o Porto de São Francisco do Sul (PSFS) foram obtidas junto à Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil (DHN). Para a Praia da Enseada (PE) foi medida uma série temporal de nível de maré durante o período de seis meses (junho a dezembro/1996), com frequência amostral de 30 minutos. Para isso, foi utilizado um marégrafo de pressão **AANDERAA-TM**. As constantes harmônicas deste ponto foram obtidas através do tratamento dos dados pelo **Método Harmônico** descrito em FRANCO (1988), utilizando, para isso o programa **PACMARÉ**.

Em ambas as estações os constituintes são descritos pelo período, amplitude e fase. Foi calculado o **Número de Forma** (razão entre a soma das amplitudes dos principais constituintes diurnos e a soma das amplitudes das principais constantes semidiurnas), que pode ser representado pela fórmula:

$$(A_{K1} + A_{O1}) / (A_{M2} + A_{S2}).$$

Para avaliar a assimetria da curva de maré astronômica admitiu-se que a mesma resulta do balanço entre a topografia do estuário e os efeitos de fricção e estreitamento do canal, conforme SPEER & AUBREY (1985). Procurou-se analisar uma possível distorção na onda de maré, que causa a dominância de enchente ou de vazante. Para isso foram analisadas as fases da constante principal lunar M2 e de uma de suas constantes filhas, gerada durante a progressão da maré em águas rasas, a M4, pela relação:

$$(2q_{M2} - q_{M4}).$$

Para um sistema ser caracterizado como dominado por enchente, este deve apresentar uma elevação de fase entre 0° e 180° e, em caso de valores entre 180° e 360°, o sistema é caracterizado por domínio de vazante. A velocidade média de propagação da onda de maré entre a estação PE e estação PSFS foi caracterizada através da fórmula descrita por FRANCO (1988):

$$\bar{v} = 3[g(\zeta + \bar{p})]^{1/2} - 2(g\bar{p})^{1/2}$$

Onde:

$\tilde{v}$  é a velocidade da onda  
 $g$  é a aceleração da gravidade = 9,81 m.s<sup>-2</sup>;  
 $\bar{p}$  é a profundidade média = 5m;  
 $\zeta$  é a amplitude dos constituintes.

O tempo requerido para que esta onda chegue à uma seção é obtido por:

$$\Delta t = \Delta x / \tilde{v}$$

Onde:

$\Delta x$  é a distância entre as duas estações.

O período de oscilação natural do corpo de água (PON) foi calculado pela **Fórmula de Merian** (PUGH, 1987):

$$PON = \frac{4e}{(gp)^{1/2}}$$

Onde:

$e$  é a extensão do sistema  $\simeq$  22,5km.

### C) CONSTANTES HARMÔNICAS

Para PE foram obtidas 48 constantes estatisticamente significativas, com 95% de confiança, sendo 14 constantes diurnas e semi-diurnas, e 34 constantes de água rasa. Para PSFS foram obtidas 32 constantes, das quais 20 são diurnas e semi-diurnas e 12 são constantes de água rasa. A **Tabela 6.9** mostra as 20 constantes harmônicas comuns para as duas estações. Os constituintes resultantes para PE apresentam períodos de até 27 horas, sendo que nenhum constituinte de longo período foi obtido ao nível de 95% de significância estatística. A altura média de maré na estação PSFS é de 85 cm, sendo 21% maior do que a altura média na estação PE, que é de 70 cm.

Os valores máximos de altura durante os períodos de sizígia são 128 e 106 cm, e os valores de altura mínimos durante os períodos de quadratura são 27 e 21 cm, respectivamente para PSFS e PE (**Tabela 6.10**).

As constantes de água rasa apresentaram acentuada variação entre as duas estações, alcançando valores maiores que as constantes diurnas. Segundo o esquema de classificação de HAYES (1975), ambas as estações podem ser caracterizadas por um regime de micro-marés, com máxima altura de maré inferior a 2 m. Os **Números de Forma** para PE e PSFS são, respectivamente, 0,32 e 0,29, o que representa um regime de maré do tipo misto, com predominância semi-diurna, com desigualdades de alturas para as preamares e baixamares consecutivas (**Tabela 6.10**).

Na **Tabela 6.11** pode-se observar que as constantes de espécies diurnas representam aproximadamente 16% e 12% do somatório das amplitudes das constantes para PE e PSFS, respectivamente. As constantes de espécies semi-diurnas são responsáveis por 51,4% da energia da maré em PE, sendo os 32,2% restantes devido à constantes de água rasa. Para PSFS as constantes semi-diurnas apresentam importância equivalente às constantes de água rasa, representando 44,2% e 43,7 % da energia da maré, respectivamente.

**Tabela 6.9:** Constituintes harmônicas comuns entre Praia da Enseada e o Porto de São Francisco do Sul.

Espécie	Período (horas)	PE		PSFS	
		Amplitude (cm)	Fase (graus)	Amplitude (cm)	Fase (graus)
<b>Diurnas</b>					
Q1	26,87	3,2	47,5	3,4	57,7
O1	25,82	10,8	73,6	11,4	73,0
P1	24,07	2,4	99,7	2,4	126,7
K1	23,93	6,0	141,5	6,8	132,0
<b>Semi-diurnas</b>					
2N2	12,91	1,8	129,6	2,4	138,2
N2	12,66	4,8	133,9	6,9	150,9
M2	12,42	31,6	64,5	38,7	76,9
L2	12,19	1,9	70,7	2,5	84,5
S2	12,00	21,2	65,7	25,0	75,6
KS	11,97	7,1	60,9	8,9	62,7
<b>Água Rasa</b>					
MKS2	12,38	2,1	108,9	11,6	71,5
MO3	8,39	4,5	332,1	7,6	15,9
SO3	8,29	3,0	92,0	3,4	212,1
M3	8,28	6,9	180,1	11,2	217,3
MK3	8,18	2,7	78,1	3,7	113,5
SK3	7,99	2,6	263,7	2,9	232,5
MN4	6,27	4,7	87,7	6,9	149,6
M4	6,21	10,7	132,9	17,3	196,8
MS4	6,11	5,0	215,7	8,0	291,8
MK4	6,10	1,8	251,9	13,3	292,6
<b>SOMA</b>		<b>134,8</b>		<b>194,3</b>	

Fonte: TRUCOLLO & SCHETTINI (1999).

**Tabela 6.10:** Parâmetros descritores da maré astronômica nas duas estações.

Parâmetro	Fórmula	PE	PSFS
Número de Forma*	$(K_1 + O_1)/(M_2 + S_2)$	0,32	0,29
Altura média (cm)	$2,2 (M_2)$	70,00	85,00
Altura sizígia (cm)	$2,0 (M_2 + S_2)$	106,00	128,00
Altura quadratura (cm)	$2,0 (M_2 - S_2)$	21,00	27,00

\* o **Número de Forma** é adimensional.

Fonte: TRUCOLLO & SCHETTINI (1999).

**Tabela 6.11:** Amplitude e porcentagem das constantes harmônicas diurnas, semi-diurnas e de água rasa para a Praia da Enseada (PE) e Porto de São Francisco do Sul (PSFS).

Espécies	Somatório PE (cm)	Percentual PE (%)	Somatório PSFS (cm)	Percentual PSFS (%)
Diurnas	22,0	16,4	24,0	12,1
Semi-diurnas	70,0	51,4	87,0	44,2
De Água Rasa	44,0	32,2	86,0	43,7

Fonte: TRUCOLLO & SCHETTINI (1999).

## D) VELOCIDADE MÉDIA DE PROPAGAÇÃO DA ONDA DE MARÉ

Ao considerar as velocidades médias das ondas de maré e o tempo gasto para se propagarem de PE até PSFS apresentadas na **Tabela 6.12**, pode-se observar que ocorrem diferenças entre as velocidades dos principais harmônicos entre as duas estações. Levando-se em consideração a profundidade média da baía, que é de 5 m, foi observado aumento na velocidade em até  $24 \text{ cm s}^{-1}$  para as constituintes de água rasa, e uma diferença de velocidade de  $14 \text{ cm s}^{-1}$  para a semi-diurna M2. A diferença das amplitudes médias foi de até 12 cm entre a estação costeira e interior. O tempo médio decorrido de 33 minutos foi observado para todas as componentes para o percurso entre PE e PSFS.

## E) PERÍODO DE OSCILAÇÃO NATURAL

O aumento da amplitude da maré entre PE e PSFS pode ser gerado, também, pela sobreposição da maré astronômica com ondas geradas pela oscilação natural do corpo de água. O período de oscilação natural para a Baía da Babitonga está em torno de 3,6 horas. Foi observada uma relação entre o período natural e as constituintes astronômicas cujas frequências são múltiplas deste período, incluindo a M4 e a MK4. Neste caso parece ocorrer o fenômeno de ressonância, onde a amplificação pode ser gerada se um componente tiver uma frequência múltipla de outra frequência (**Tabela 6.12**).

**Tabela 6.12:** Característica da progressão da onda de maré entre a Praia de Enseada (PE) e o Porto de São Francisco do Sul (PSFS) para as principais constantes harmônicas:  $\Delta T$  (tempo para percorrer a distância entre os dois pontos); C (celeridade da onda);  $\Delta A$  (variação da amplitude);  $\Delta C$  (variação da celeridade).

Espécie	$\Delta T$ (minutos)	$C_{PE}$ ( $\text{m.s}^{-1}$ )	$C_{PSFS}$ ( $\text{m.s}^{-1}$ )	$\Delta A$ (cm)	$\Delta C$ ( $\text{m.s}^{-1}$ )
<b>Diurnas</b>					
Q1	33	7,07	7,07	0,20	0,00
O1	32	7,23	7,24	0,60	0,01
P1	33	7,05	7,05	- 0,10	0,00
K1	33	7,13	7,15	0,80	0,02
<b>Semi-diurnas</b>					
2N2	33	7,04	7,05	0,60	0,01
N2	33	7,10	7,15	2,10	0,04
M2	30	7,66	7,80	7,10	0,14
L2	33	7,04	7,06	0,60	0,01
S2	31	7,44	7,52	3,80	0,08
KS	33	7,15	7,19	1,80	0,04
<b>Água Rasa</b>					
MKS2	33	7,05	7,25	9,50	0,20
MO3	33	7,10	7,16	3,10	0,06
SO3	33	7,07	7,07	0,40	0,01
M3	33	7,15	7,24	4,30	0,09
MK3	33	7,06	7,08	1,00	0,02
SK3	33	7,06	7,06	0,30	0,01
MN4	33	7,10	7,15	2,20	0,05
M4	32	7,23	7,36	6,60	0,14
MS4	33	7,11	7,17	3,00	0,06
MK4	33	7,04	7,28	11,50	0,24

Fonte: TRUCOLLO & SCHETTINI (1999).

## F) CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA

O regime de maré na Baía da Babitonga é do tipo misto, predominantemente semi-diurno com desigualdades de alturas para as preamares e baixa-mares consecutivas. A amplitude média de maré para a Praia da Enseada (PE) e Porto de São Francisco do Sul (PSFS) são 70 e 85 cm, respectivamente, com valores máximos de 106 e 128 cm, na mesma ordem.

A importância relativa entre as constantes semi-diurnas e as constantes de água rasa para PE e PSFS mostram que efeitos não lineares neste trecho são determinantes na caracterização da maré astronômica. Este fato é evidenciado pelo aumento das amplitudes em até 7 vezes para algumas constantes. A Baía da Babitonga é caracterizada pela dominância de enchente de maré. Esta assimetria na propagação da onda de maré depende do balanço entre os efeitos de fricção e estreitamento do canal. A baía pode ser caracterizada como um estuário do tipo hipersíncrono, onde os efeitos de constrição do canal parecem ser dominantes sobre os efeitos friccionais. As variações de amplitude e fase da maré, devido ao estreitamento, afetam as velocidades de corrente de maré ao longo do estuário. Este comportamento é comprovado pelos aumentos na velocidade em até 24 cm s<sup>-1</sup> de algumas constantes harmônicas e um atraso médio de fase entre PE e PSFS de 33 minutos. A baía apresenta um período de oscilação natural de 3,6 horas, cujo período é ressonante com as constantes de espécie quarti-diurnas, como a M4 e a MK4, podendo este ser também um processo importante na amplificação da maré astronômica para o seu interior.

## G) CORRENTES DE MARÉ

O estudo intitulado “*Diagnóstico dos estudos de circulação de água no Canal do Linguado e na Baía da Babitonga - SC*” que faz parte do trabalho “*Estudos Ambientais da BR-280/SC e da Baía da Babitonga – Canal do Linguado - Relatório de Andamento nº 04*” e foi realizado sob a coordenação do **Grupo de Pesquisa em Hidráulica, do Departamento de Engenharia de Fortificação e Construção do IME (Instituto Militar de Engenharia)**, com colaboração do **DHI (Danish Hydraulic Institute)**, **INPH (Instituto de Pesquisas Hidroviárias)** e **UNIVALI (Universidade do Vale do Itajaí-SC)**, teve os seguintes objetivos principais: (1) aplicação de modelos matemáticos destinados à realização de estudos da hidrodinâmica do Canal do Linguado/Baía da Babitonga, verificando os efeitos do aterro e da retirada do mesmo na circulação de água; (2) Estudar o transporte de sedimentos e a estabilidade do Canal do Linguado; e (3) avaliar a advecção-dispersão de poluentes nestes locais.

Para obter os valores de velocidade e direção das correntes foi utilizado um perfilador acústico (ADP) da marca **SONTEK**, de 250 MHz. Ele foi programado para gravar amostras a cada 20 minutos com tempo médio de amostragem de 2 minutos. O tamanho da célula foi determinado em 1,0 m e o perfilador foi fundeado na desembocadura da Baía da Babitonga, em ponto com coordenadas 26°11,3’S e 48°34,2’W.

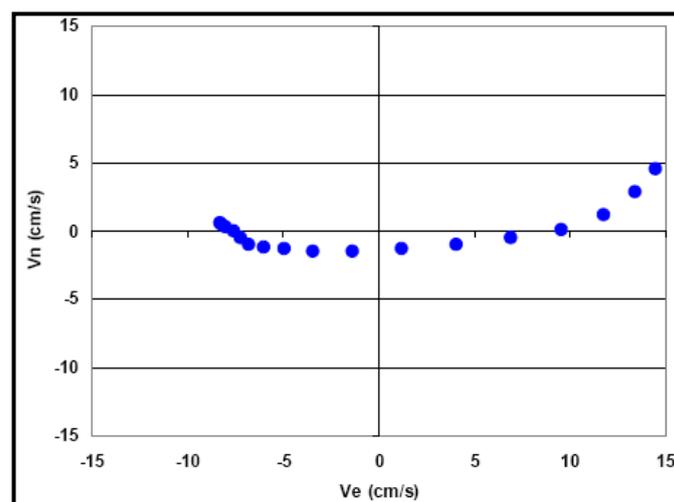
Os dados de correntes mostraram um pico de velocidade instantânea de cerca de 160 cm s<sup>-1</sup> durante a maré vazante do dia 04 de março de 2003 (sizígia). A **Tabela 6.13** apresenta os valores médios das componentes Leste (VE) e Norte (VN), velocidade e direção da corrente medida ao longo da coluna d’água da desembocadura da Baía da Babitonga. A **Figura 6.78** apresenta os valores médios de velocidade de corrente na forma de vetores, enquanto que as **Figuras 6.79 e 6.80** mostram os espectros totais de energia das correntes observadas a 0,5; 5,5; 10,5 e 15,5 metros de profundidade, respectivamente.

Para a análise espectral rotatória, a série temporal entre 21/02 e 28/03/2003 foi re-amostrada de forma a conter 2.048 pontos, aproveitando assim toda a sua duração. O espectro foi calculado utilizando-se FFT e alisamento de 14 graus de liberdade. As **Figuras 6.79 e 6.80** mostram, ainda, o intervalo de confiança de 95%. Os valores de velocidade e direção das correntes amostrados na coluna d'água são apresentados na **Figura 6.81**.

Os resultados da medição de correntes mostraram que as velocidades médias de correntes foram mais intensas na maré vazante para a desembocadura da Baía da Babitonga. Para o período amostrado (21/02 a 28/03/2003) os espectros mostram padrão semelhante, porém com uma forte concentração de energia nas correntes de maré enchente quanto mais profunda a medição.

**Tabela 6.13:** Valores médios das componentes: Leste (VE) e Norte (VN), velocidade e direção da corrente medida ao longo da coluna d'água da desembocadura da Baía da Babitonga.

Profundidade (m)	VE (cm.s <sup>-1</sup> )	VN (cm.s <sup>-1</sup> )	Velocidade (cm.s <sup>-1</sup> )	Direção (graus)
0,0	14,49	4,54	15,18	72,60
0,5	13,41	2,83	13,70	78,08
1,5	11,76	1,15	11,81	84,40
2,5	9,55	0,08	9,55	89,50
3,5	6,92	- 0,56	6,95	94,64
4,5	4,08	- 1,02	4,20	104,09
5,5	1,23	- 1,37	1,84	138,08
6,5	- 1,34	- 1,58	2,07	220,39
7,5	- 3,42	- 1,57	3,76	245,38
8,5	- 4,92	- 1,37	5,10	254,41
9,5	- 6,03	- 1,19	6,15	258,79
10,5	- 6,79	- 1,00	6,87	261,59
11,5	- 7,19	- 0,58	7,22	265,36
12,5	- 7,55	- 0,07	7,55	269,48
13,5	- 7,97	0,25	7,97	271,81
14,5	- 8,25	0,41	8,26	272,83
15,5	- 8,30	0,50	8,32	273,42



**Figura 6.78:** Valores médios de velocidade de corrente na forma de vetores coletados entre 21 de fevereiro e 28 de março de 2003.

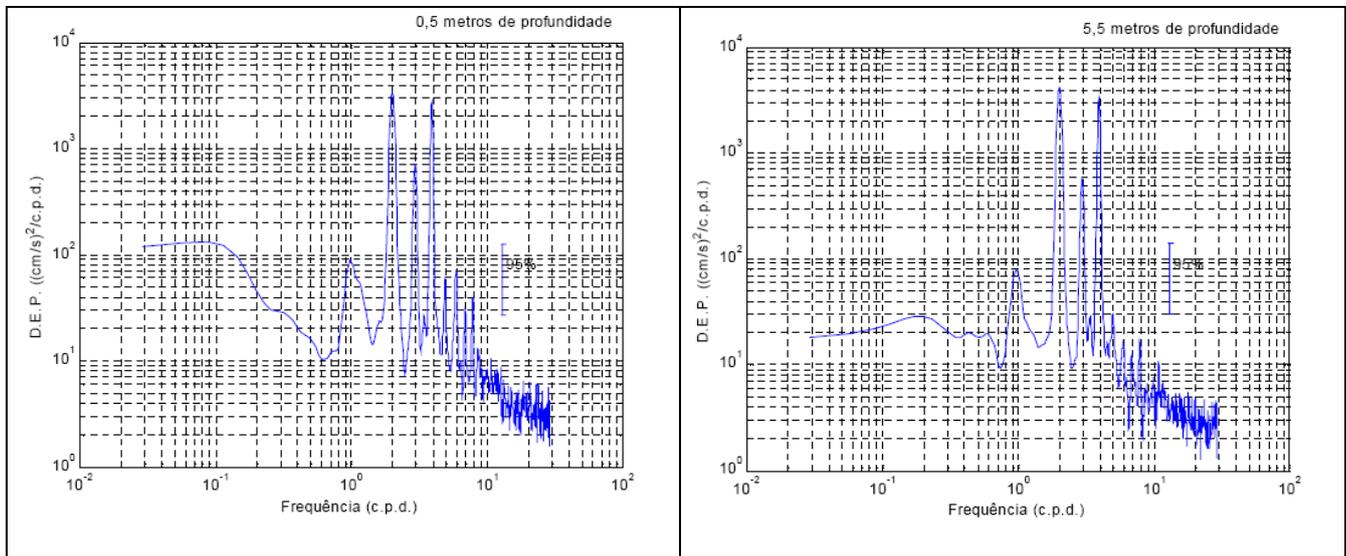


Figura 6.79: Espectro total de energia das correntes observadas nas profundidades de 0,5m e 5,5m entre 21/02 e 28/03/2003.

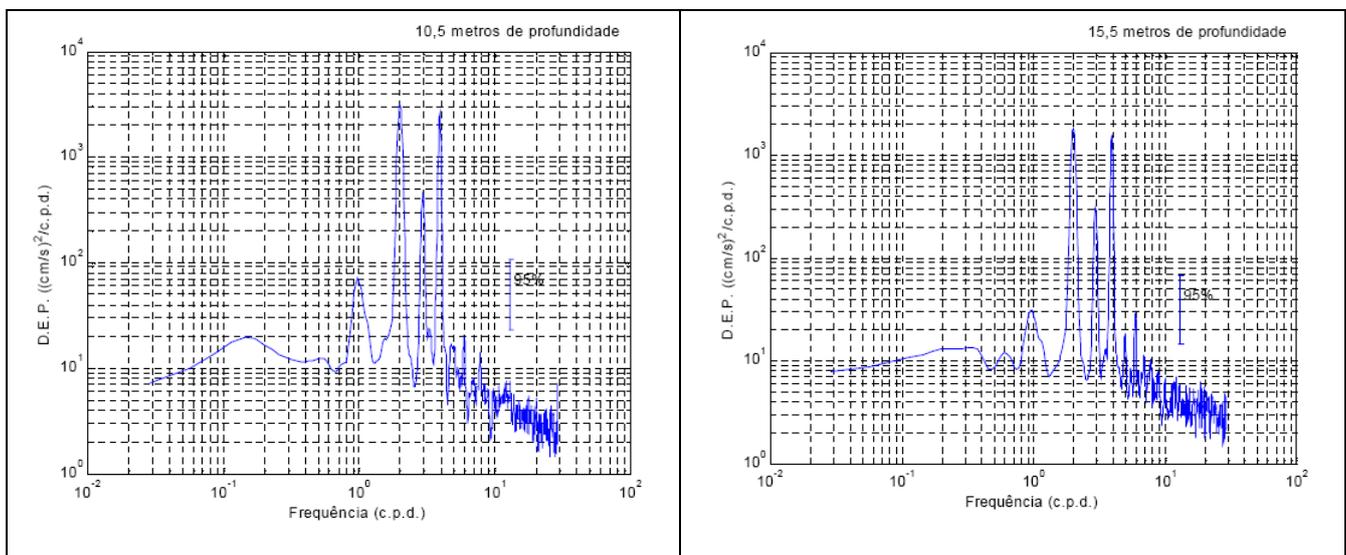
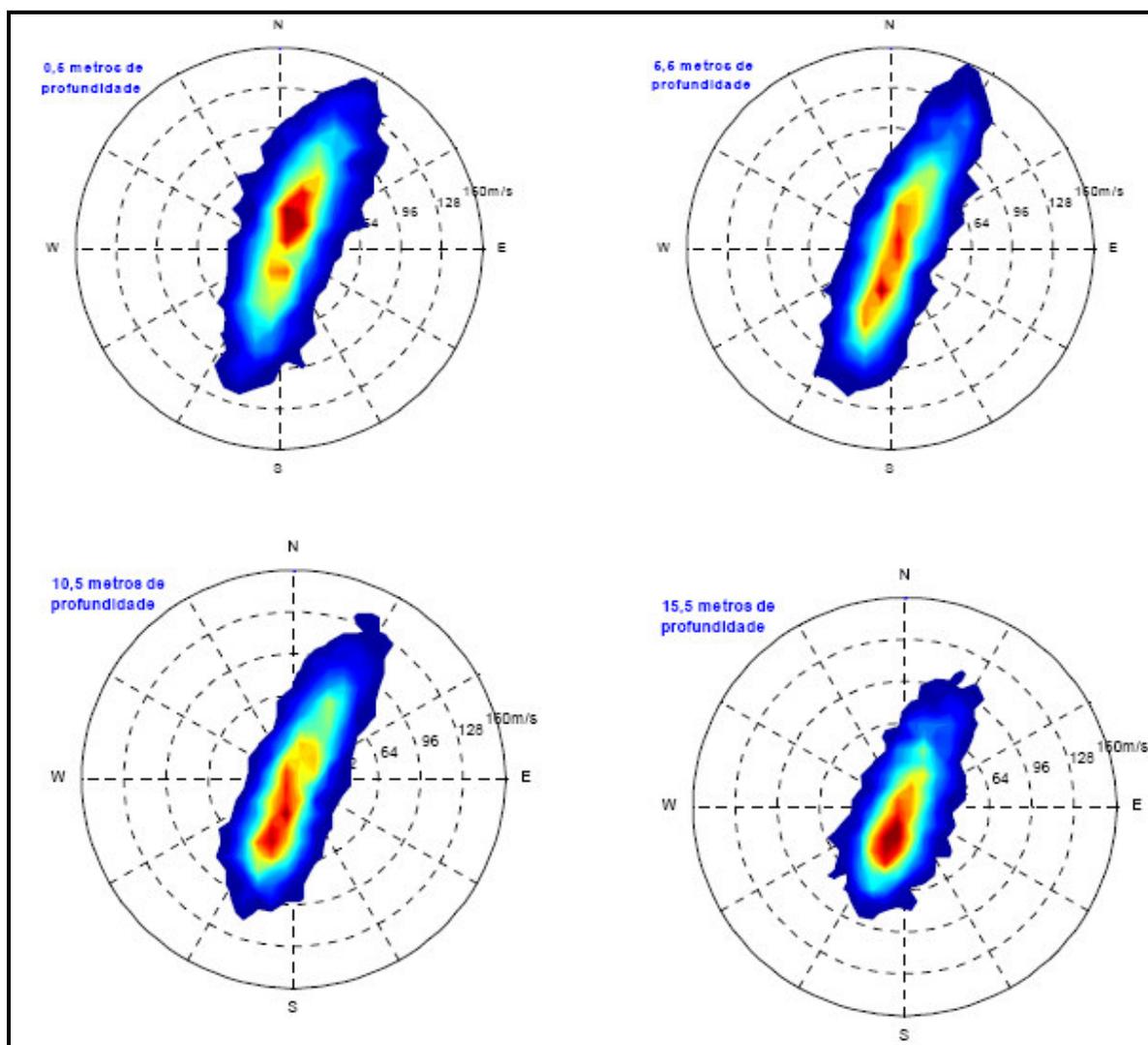


Figura 6.80: Espectro total de energia das correntes observadas nas profundidades de 10,5m e 15,5m entre 21/02 e 28/03/2003.



**Figura 6.81:** Velocidade e direção das correntes observadas entre 21 de fevereiro e 28 de março de 2003, na desembocadura da Baía da Babitonga.

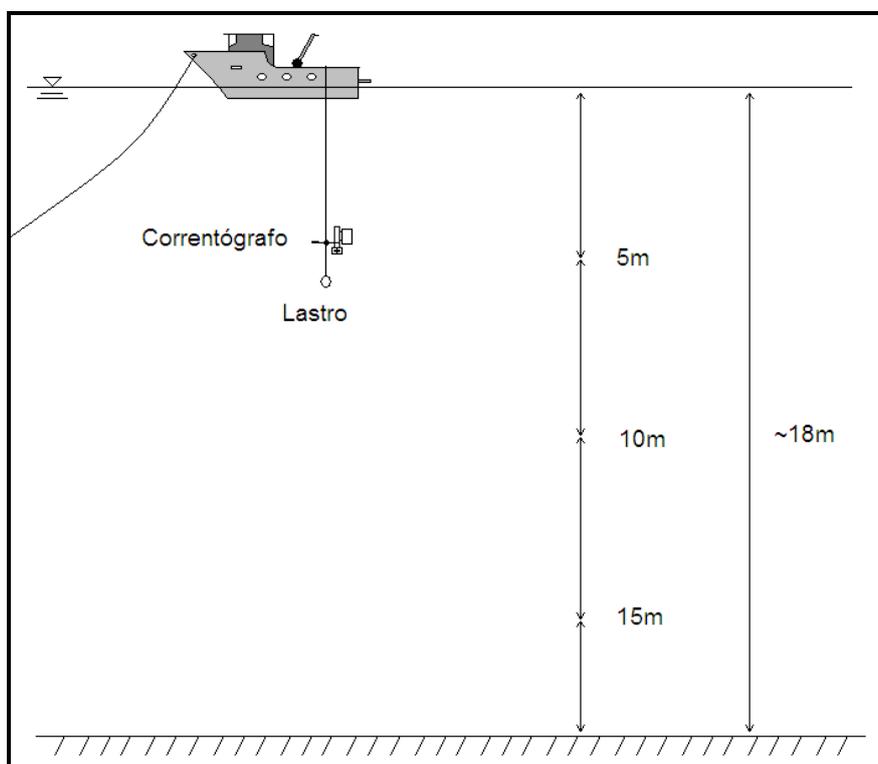
## 6.2.3.6.2.2. TRABALHO DE CAMPO

### A) INTRODUÇÃO

Este estudo teve o objetivo caracterizar o comportamento básico das correntes encontradas na Baía da Babitonga, mais especificamente na região de implantação dos **Terminais TGSC e FERTIMPORT**, em São Francisco do Sul. Para isto, foram realizadas medições das correntes, através de um correntógrafo, em duas situações de maré, sizígia e quadratura.

### B) METODOLOGIA DE CAMPO

As medições de corrente foram realizadas em duas campanhas em um ponto fixo (euleriana) durante o período de 30 horas, utilizando para isso uma embarcação fundeada no interior da Baía da Babitonga, nas proximidades da área do empreendimento (**Figura 6.60**), com coordenadas 26°13'31,96"S 48°37'57,24"W (Datum WGS84), conforme ilustra a **Figura 6.82**. É pertinente informar que uma das campanhas se deu em maré de sizígia e a outra em maré de quadratura.



**Figura 6.82:** Esquema demonstrando o método utilizado para fazer as medições de corrente.

Foi escolhido o período de 30 horas, com o intuito de se fazer medições que contemplassem um ciclo de maré.

De hora em hora, do convés da embarcação, um correntógrafo **marca SensorData modelo SD30** com um lastro na extremidade inferior era lançado na água com o auxílio de uma corda, com o objetivo de fazer medições de temperatura, magnitude e direção das correntes em três profundidades (5, 10 e 15 metros), e com isso representar as condições da superfície, do meio e do fundo da coluna de água (**Figura 6.82**).

O correntógrafo utilizado neste trabalho pode medir correntes com resolução de  $0,5\text{cm s}^{-1}$  (magnitude) e  $\pm 2$  graus (direção). A acurácia do sensor de temperatura é de  $0,1^\circ\text{C}$ .

## C) RESULTADOS

### Campanha I – Maré de Sizígia

A primeira campanha ocorreu das 8h30min do dia 29/07/2007 até as 17h30min do dia 30/07/2007 num total de 34 horas de medições.

A **Tabela 6.14** apresenta um resumo das correntes e temperaturas máximas, mínimas e médias durante a campanha.

**Tabela 6.14:** Magnitudes e temperaturas máximas, mínimas e médias da corrente.

	SUPERFÍCIE		MEIO		FUNDO	
	Magnitude ( $\text{cm s}^{-1}$ )	Temperatura ( $^\circ\text{C}$ )	Magnitude ( $\text{cm s}^{-1}$ )	Temperatura ( $^\circ\text{C}$ )	Magnitude ( $\text{cm s}^{-1}$ )	Temperatura ( $^\circ\text{C}$ )
<b>MÁXIMA</b>	82,8	17,1	78,8	16,9	70,4	16,8
<b>Mínima</b>	3,0	15,5	0,0	15,7	2,2	15,7
<b>Média</b>	34,2	16,1	31,0	16,1	26,8	16,1

A temperatura média de toda a coluna de água foi de  $16,1^\circ\text{C}$ . A máxima temperatura ( $17,1^\circ\text{C}$ ) foi observada na maré enchente às 13h30min do dia 30/07, na superfície, onde também foi observada a mínima temperatura ( $15,5^\circ\text{C}$ ), na maré vazante, às 4h30min do dia 30/07. Sendo assim, pode-se afirmar que a maior variação de temperatura ocorreu na superfície.

Em média foram encontradas correntes da ordem de  $30\text{ cm s}^{-1}$ . A máxima corrente ( $82,8\text{ cm s}^{-1}$ ) foi encontrada durante a maré vazante às 5h30min do dia 30/07, na superfície, enquanto que a mínima corrente ( $0\text{ cm s}^{-1}$ ) foi encontrada na maré enchente, às 23h30min do dia 29/07, no meio da coluna de água. Em geral as maiores correntes foram observadas durante o período de maré vazante.

Na **Figura 6.83** é possível observar a variação da temperatura da água na superfície, no meio e no fundo da coluna de água durante a primeira campanha. Pode-se observar que as maiores temperaturas coincidem com os horários de maior insolação do dia, enquanto as menores temperaturas estão relacionadas aos períodos sem sol. Como mostrado pelas médias da temperatura (**Tabela 6.14**), parece haver uma homogeneidade da temperatura em toda a coluna de água. Por sua vez, a **Figura 6.84**, mostrada a magnitude e a direção das correntes na superfície, no meio e no fundo da coluna de água durante a primeira campanha. É possível observar que não ocorreu diferença entre a direção do fluxo nos estratos da coluna de água. Assim como pode ser observado, pelas médias da magnitude da corrente, que as velocidades são maiores na superfície e decrescem ligeiramente em direção ao fundo.

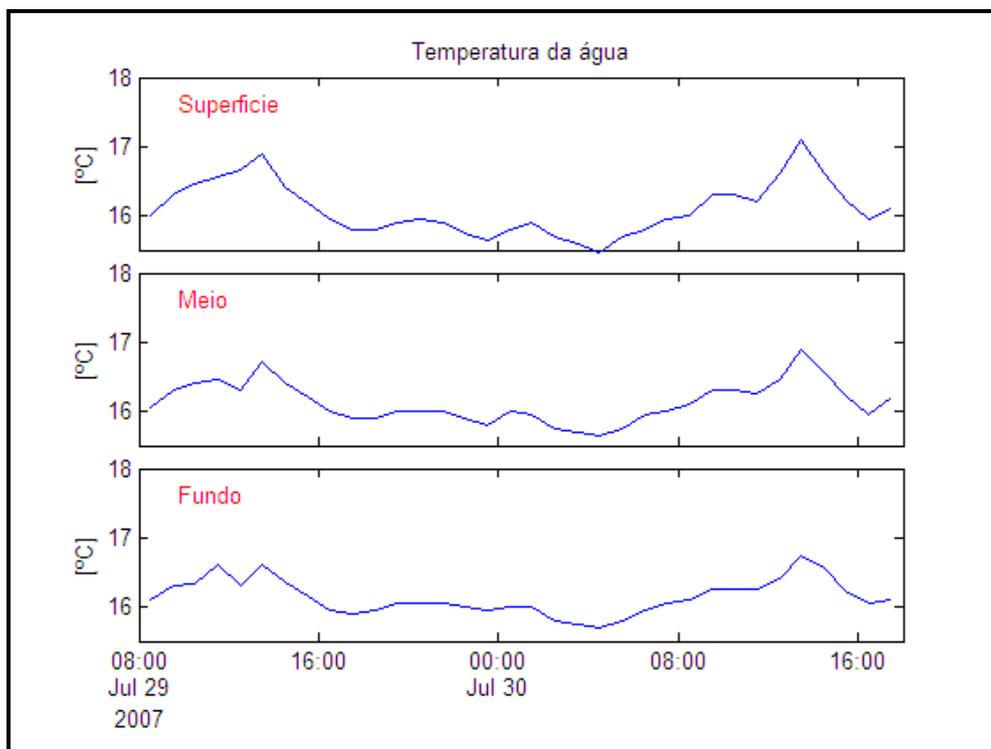


Figura 6.83: Temperatura da coluna de água durante a primeira campanha.

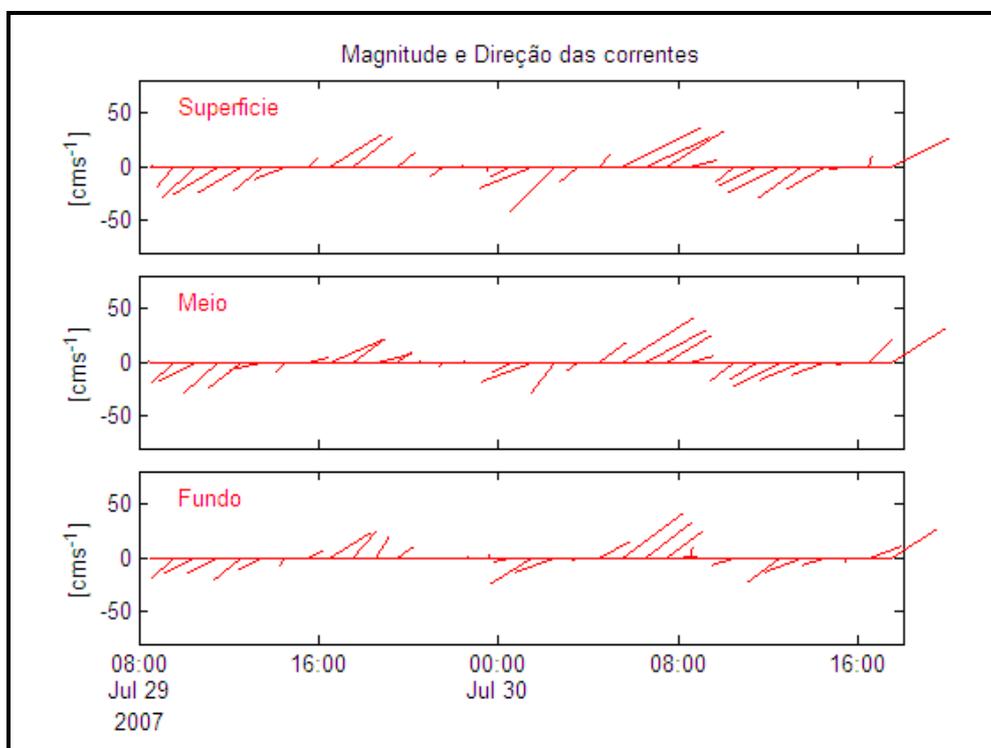
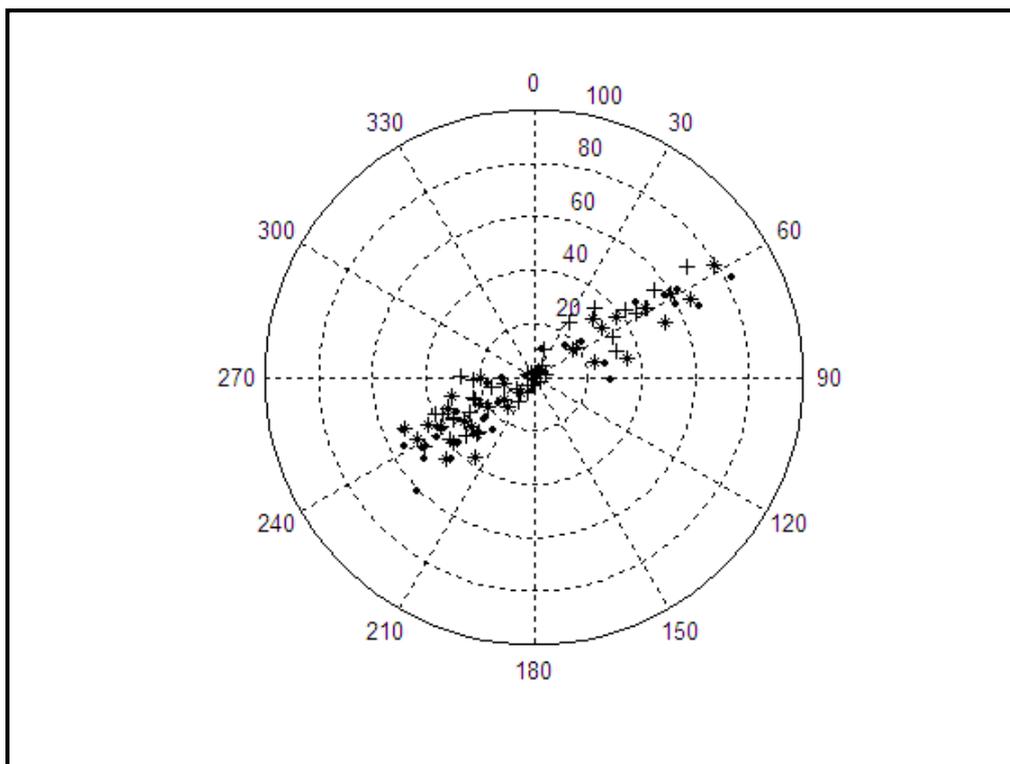


Figura 6.84: Correntes medidas na primeira campanha.

Na **Figura 6.85** é mostrado um gráfico polar indicando a magnitude e direção das correntes observadas durante a primeira campanha. Cada ponto representa uma medição em um dos estratos da coluna de água e indica a direção para onde vai a corrente. As radiais indicam a magnitude em  $\text{cm s}^{-1}$ .

A orientação das correntes segue um eixo principal NE-SW indicado pelos ângulos de  $60^\circ$  e  $240^\circ$ , respectivamente, em relação ao norte geográfico. Esta orientação parece estar bastante relacionada com a morfologia da Baía da Babitonga, que também possui orientação NE-SW, como pode ser visto nas **Figuras 6.56A e 6.56B**.



**Figura 6.85:** Magnitude e direção das correntes na superfície (\*), meio (.) e fundo (+) da coluna de água durante a primeira campanha.

### Campanha II – Maré de Quadratura

A segunda campanha ocorreu das 8h30min do dia 08/08/2007 às 13h30min do dia 09/08/2007, num total de 30 horas de medições.

A **Tabela 6.15** apresenta um resumo das correntes e temperaturas máximas, mínimas e médias durante a campanha.

A temperatura média da superfície nesta campanha foi de  $17^\circ\text{C}$ , ligeiramente maior que no meio e no fundo da coluna de água, que tiveram temperaturas médias iguais a  $16,9^\circ\text{C}$ . A máxima temperatura ( $17,4^\circ\text{C}$ ) foi observada na superfície, durante a maré enchente às 12h30min do dia 09/08/2007. A mínima temperatura ( $16,8^\circ\text{C}$ ) foi observada tanto na maré vazante quanto na maré de enchente em todos os estratos da coluna de água, em diversos horários.

Em média foram encontradas correntes na ordem de  $22 \text{ cm s}^{-1}$ . A máxima corrente ( $78,2 \text{ cm s}^{-1}$ ) foi encontrada na superfície durante a maré enchente, às 9h30min do dia 8/08/2007, enquanto a mínima corrente ( $0 \text{ cm s}^{-1}$ ) foi encontrada em diversos horários tanto na maré enchente quanto na maré vazante, no meio e no fundo da coluna de água. Ao contrário do período de sizígia, as maiores correntes foram observadas durante o período de maré enchente.

Na **Figura 6.86** é possível observar a variação da temperatura da água na superfície, meio e fundo da coluna de água durante a segunda campanha. Apesar da temperatura ter variado muito pouco nesta campanha, ainda é possível observar que as maiores temperaturas coincidem com os horários de maior insolação do dia, enquanto as menores temperaturas estão relacionadas aos períodos sem sol.

Na **Figura 6.87** são mostradas as correntes na superfície, no meio e no fundo da coluna de água, durante a segunda campanha. É possível observar que no fundo ocorrem pequenas diferenças na direção da corrente. Estas mudanças parecem estar associadas ao relevo submarino, uma vez que só se apresentam nas correntes de fundo. Assim como pode ser observado pelas médias da magnitude da corrente, também no gráfico, as velocidades são maiores na superfície e decrescem ligeiramente em direção ao fundo.

Assim como na primeira campanha, a orientação das correntes seguiu um eixo principal NE-SW, indicado pelos ângulos de  $60^\circ$  e  $240^\circ$ , respectivamente, em relação ao norte geográfico (**Figura 6.88**). Esta orientação parece estar bastante relacionada com a morfologia da Baía da Babitonga, conforme citado anteriormente.

**Tabela 6.15:** Magnitudes e temperaturas máximas, mínimas e médias da corrente.

	SUPERFÍCIE		MEIO		FUNDO	
	Magnitude ( $\text{cm s}^{-1}$ )	Temperatura ( $^\circ\text{C}$ )	Magnitude ( $\text{cm s}^{-1}$ )	Temperatura ( $^\circ\text{C}$ )	Magnitude ( $\text{cm s}^{-1}$ )	Temperatura ( $^\circ\text{C}$ )
<b>MÁXIMA</b>	78,2	17,4	79,6	17,2	79,6	17,2
<b>Mínima</b>	3,0	16,8	0,0	16,8	0,0	16,8
<b>Média</b>	25,4	17,0	24,2	16,9	19,4	16,9

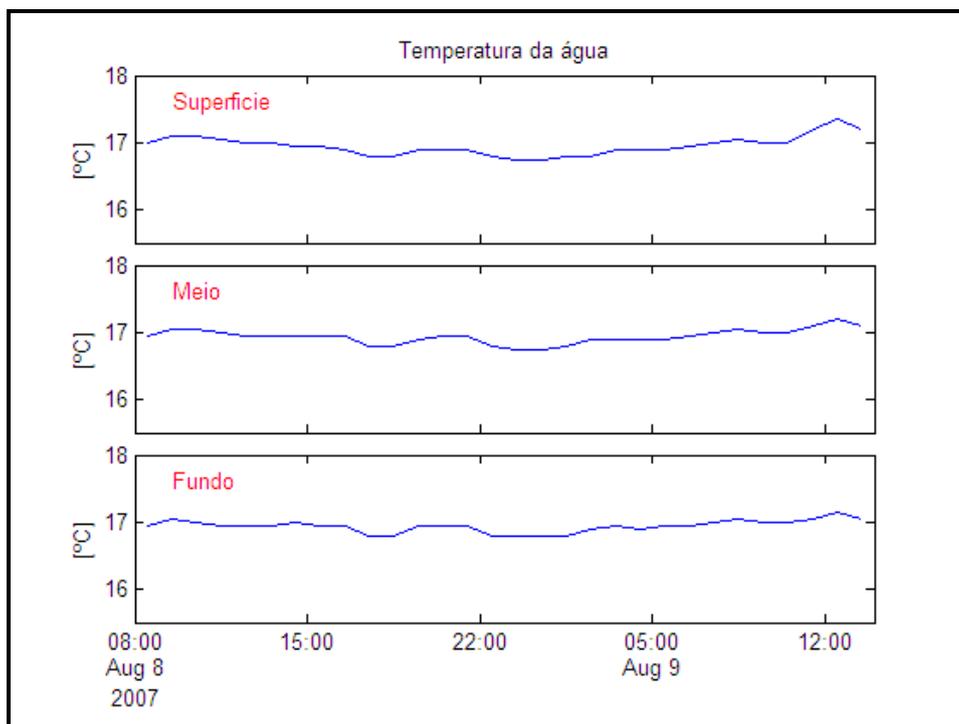


Figura 6.86: Temperatura da coluna de água durante a segunda campanha.

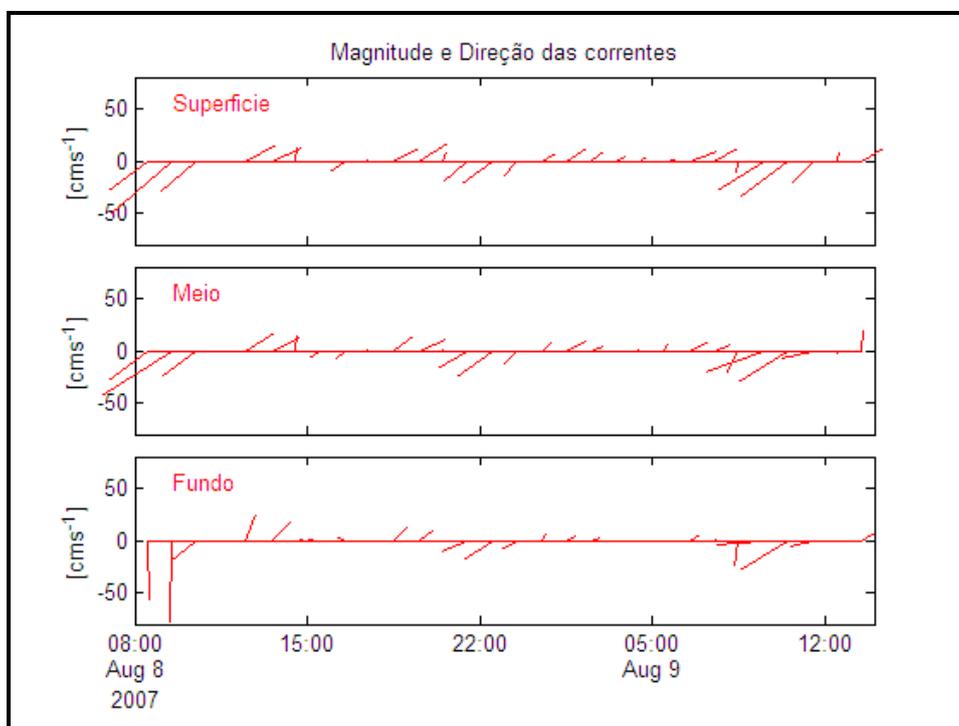
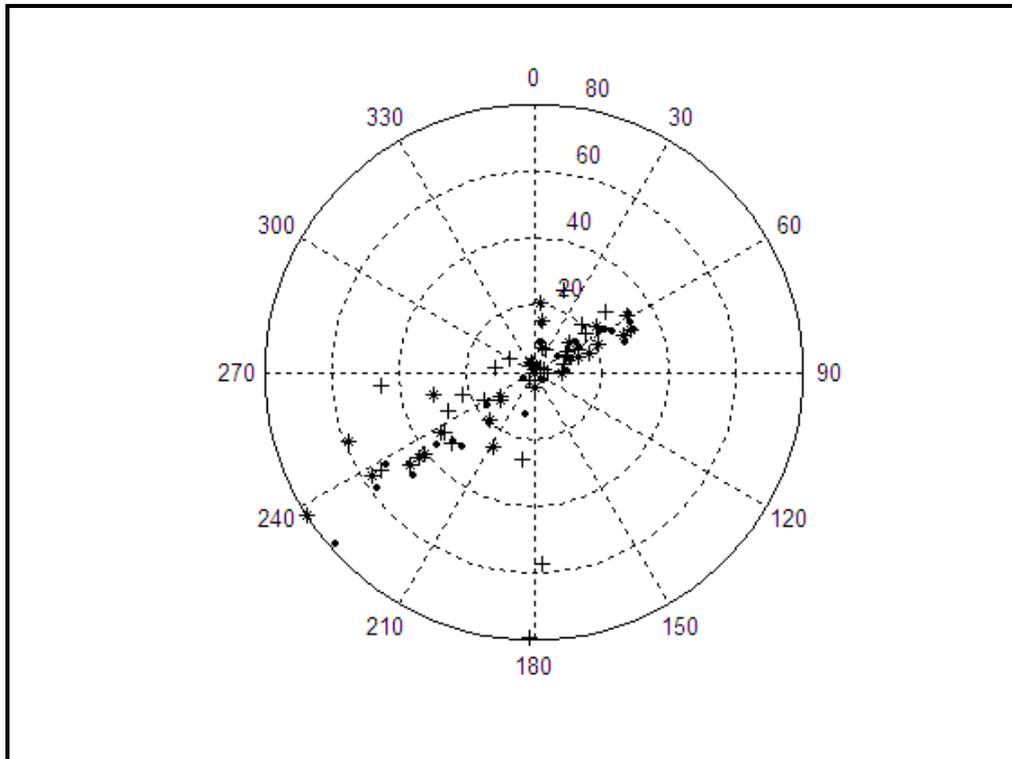


Figura 6.87: Correntes medidas na segunda campanha.



**Figura 6.88:** Magnitude e direção das correntes na superfície (\*), meio (.) e fundo (+) da coluna de água durante a segunda campanha.

### Maré astronômica e corrente média da coluna de água

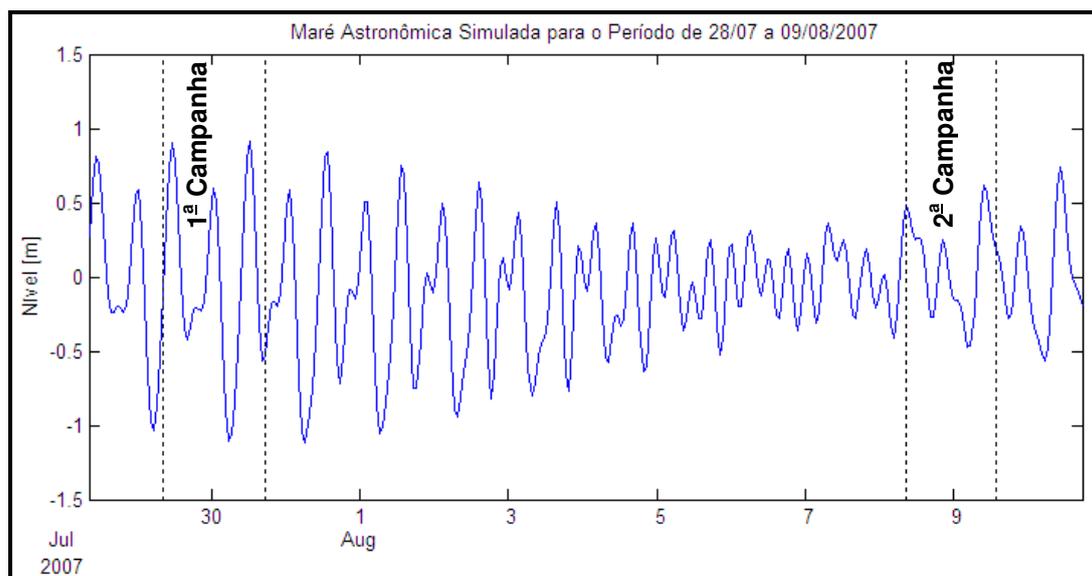
Procurando comparar o efeito da maré astronômica com as correntes encontradas na região do empreendimento, utilizou-se o programa **T\_TIDE**, descrito em PAWLOWICZ (2002) para modelar a maré astronômica para o período das campanhas. Para isto foram utilizadas as constantes harmônicas da **Tabela 6.16**.

Na **Figura 6.89** podem-se visualizar os resultados da reconstituição da maré astronômica para o período de 28/07/2007 a 09/08/2007, que abrange o período das duas campanhas realizadas. É fácil observar que durante o período de sizígia o desnível entre a máxima maré alta e a mínima maré baixa é da ordem de 2m, enquanto que no período de quadratura este desnível é cerca de 1m.

**Tabela 6.16:** Constantes harmônicas utilizadas para modelar a maré astronômica na região do Porto de São Francisco do Sul. As linhas com as constantes de maior amplitude estão em cinza.

Constante	Amplitude (cm)	Fase (°)	Constante	Amplitude (cm)	Fase (°)
SA	8.4	118	NU2	1.1	168
SSA	9.6	123	M2	38.7	77
MM	0.7	359	L2	2.5	84
MF	6.7	170	T2	2	57
MSF	4.6	248	S2	25	76
Q1	3.4	58	K2	8.9	63
O1	11.4	73	MO3	7.6	16
P1	2.3	127	M3	11.2	217
K1	6.8	132	MK3	3.7	114
J1	0.2	180	MN4	6.9	150
OO1	0.9	315	M4	17.3	197
2N2	2.4	138	SN4	1.2	291
MU2	2.6	112	MS4	8	292
N2	6.9	151			

Fonte: FEMAR (2000).



**Figura 6.89:** Maré astronômica simulada para o período de 28/07 a 09/08/2007. As linhas pontilhadas indicam o início e o fim das duas campanhas realizadas. O nível igual a zero indica um nível médio arbitrário.

Observando os registros da corrente média na coluna de água para as duas campanhas (**Figuras 6.90 e 6.91**) é possível observar que as correntes acompanham a variação de maré astronômica, tanto em período de sizígia quanto em período de quadratura. Quando a maré sobe a corrente flui para SW, no início com velocidades mais baixas, depois aumentando, até atingir uma velocidade máxima que depois decai até a virada do sentido da corrente para NE, que está relacionada ao abaixamento do nível da água.

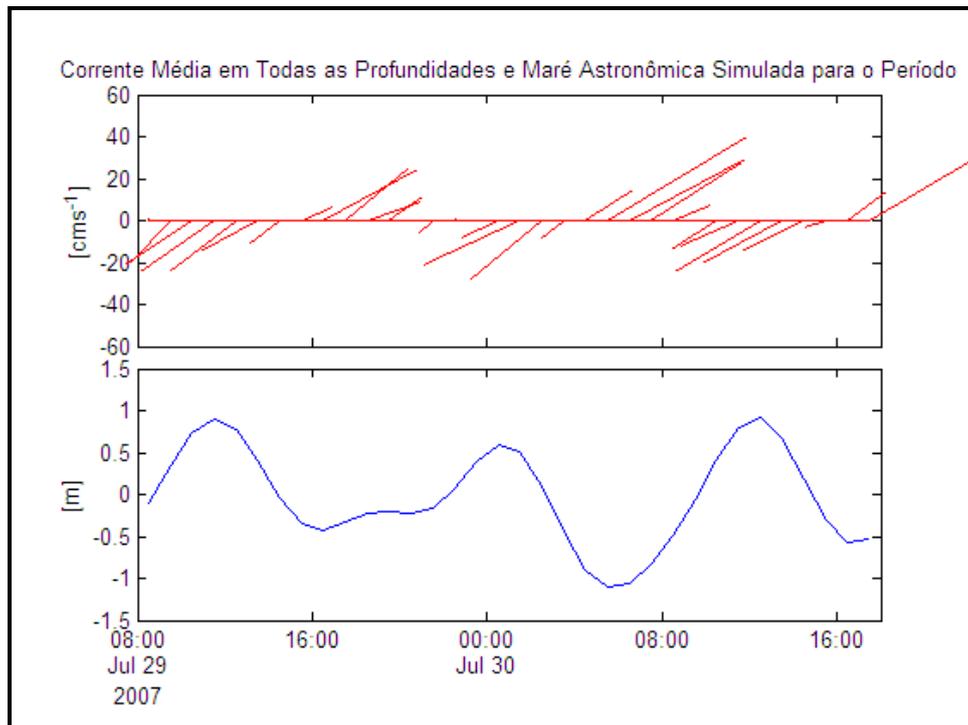


Figura 6.90: Corrente média na coluna de água (média dos 3 estratos de profundidade) e maré astronômica para o período da primeira campanha.

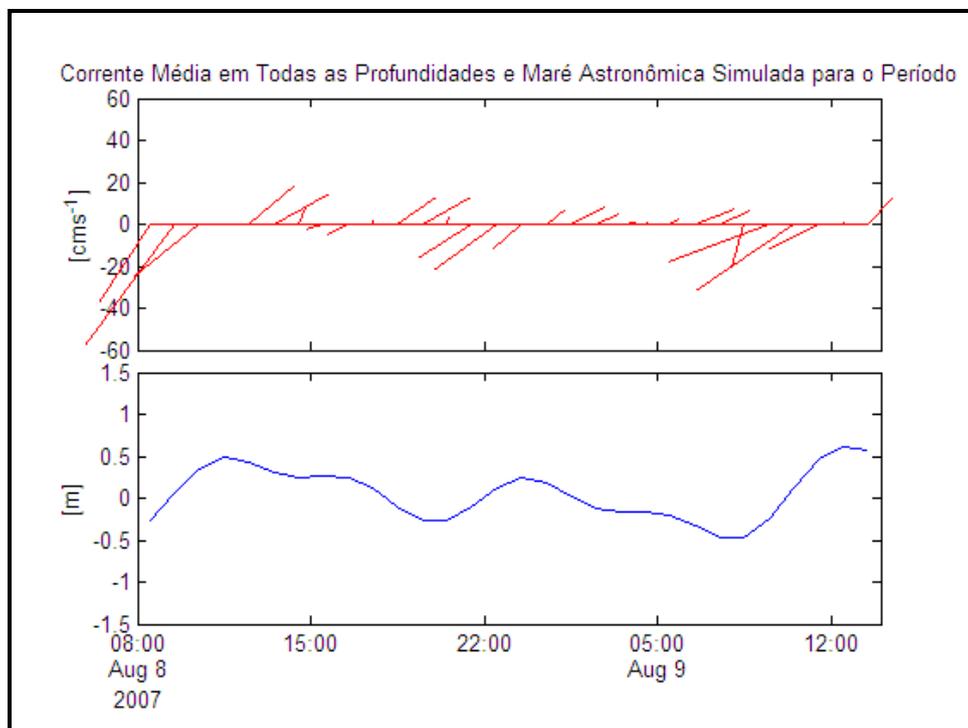
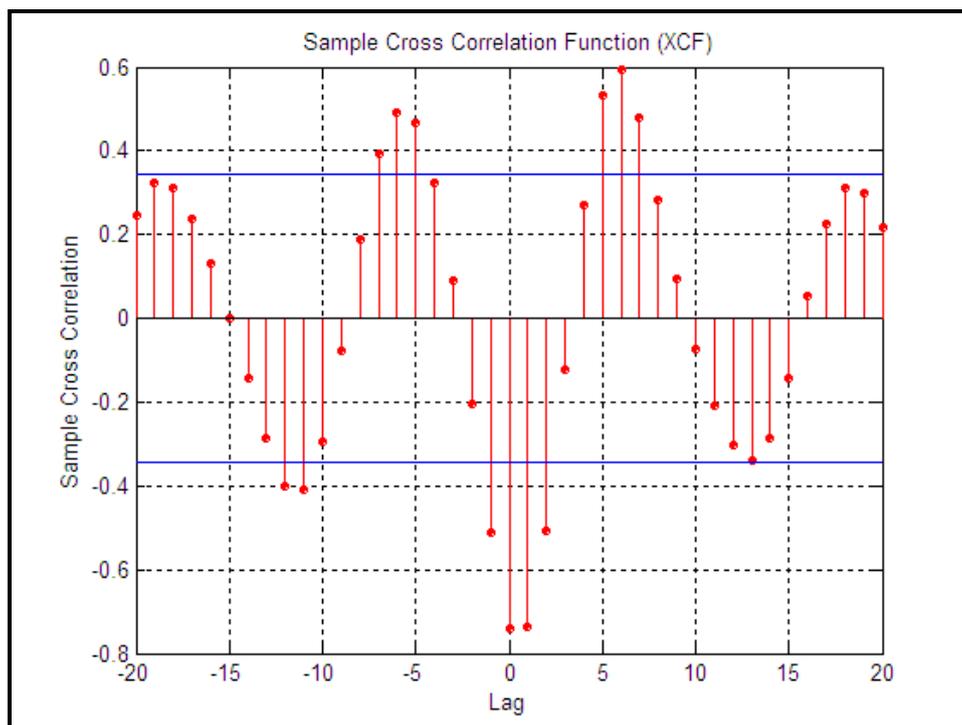


Figura 6.91: Corrente média na coluna de água (média dos 3 estratos de profundidade) e maré astronômica para o período da primeira campanha.

A relação entre a corrente e a maré meteorológica também foi avaliada através de correlações cruzadas (*sample cross correlation*), que podem ser vistas nas **Figuras 6.92 e 6.93**. As linhas azuis no gráfico indicam os limites dos locais em que existe correlação entre as variáveis. Ou seja, nas partes localizadas entre as linhas não há correlação significativa e na parte fora deste intervalo há correlação entre as variáveis. Os *lags* (passos) indicam o momento em que ocorre esta relação.

A análise indica que a maior correlação existe no *lag* temporal igual a zero para a maré de sizígia, ou seja, a resposta da corrente a uma mudança de nível da água é praticamente imediata. Além disso, pode ser observada uma forte correlação em 6 horas antes (*lag -6*) e 6 horas após (*lag 6*) da maior correlação encontrada (*lag 0*), indicando uma forte relação das correntes com a maré semi-diurna.



**Figura 6.92:** Correlação cruzada entre maré astronômica e corrente média na coluna de água durante a maré de sizígia (Campanha I).

Para a maré de quadratura (**Figura 6.93**) pode-se observar que a maior correlação ocorre no passo -2 (*lag -2*), indicando que a corrente está atrasada em 2 horas em relação a uma mudança do nível da água. A segunda maior correlação ocorre no *lag 2*, indicando uma periodicidade de 5 horas na correlação. Olhando para a correlação encontrada para o período de sizígia, esperava-se que também houvesse uma correlação periódica variando em 6h para período de quadratura, entretanto, a segunda maior correlação encontrada em período de quadratura foi de 5h. Isto ocorreu, possivelmente, devido às desigualdades da maré ter sido mais evidentes na quadratura, onde se podem observar a ocorrência de diferenças entre níveis de maré baixa e também níveis de maré alta (**Figura 6.89**).

Para possibilitar uma análise mais detalhada, seria necessário um maior período de coleta de dados, entretanto este período dá uma boa noção de como a corrente pode variar em função da maré astronômica.

Os resultados encontrados nos trabalhos de campo realizados para este estudo mostram resultados que corroboram com a caracterização de um estuário hipsíncrono, pois, como podem se observado nas **Figuras 6.94 e 6.95**, as correntes fluíram em média, em todos os estratos da coluna de água, em

direção ao interior da baía, tanto durante o período de maré de sizígia, quanto para o período de maré de quadratura.

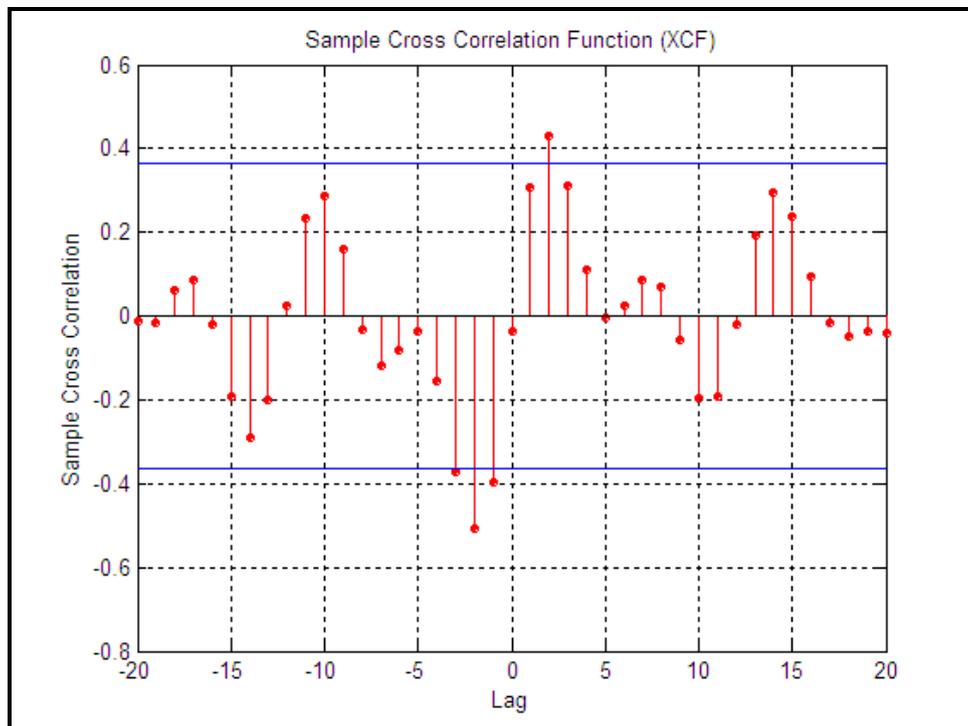


Figura 6.93: Correlação cruzada entre maré astronômica e corrente média na coluna de água durante a maré de quadratura (Campanha II).

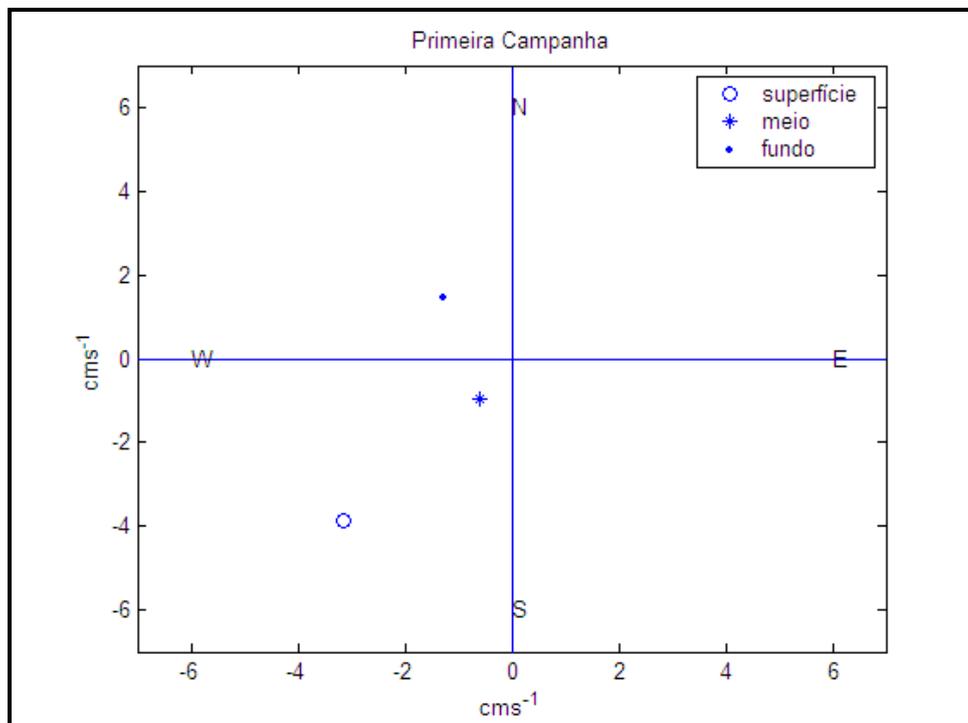
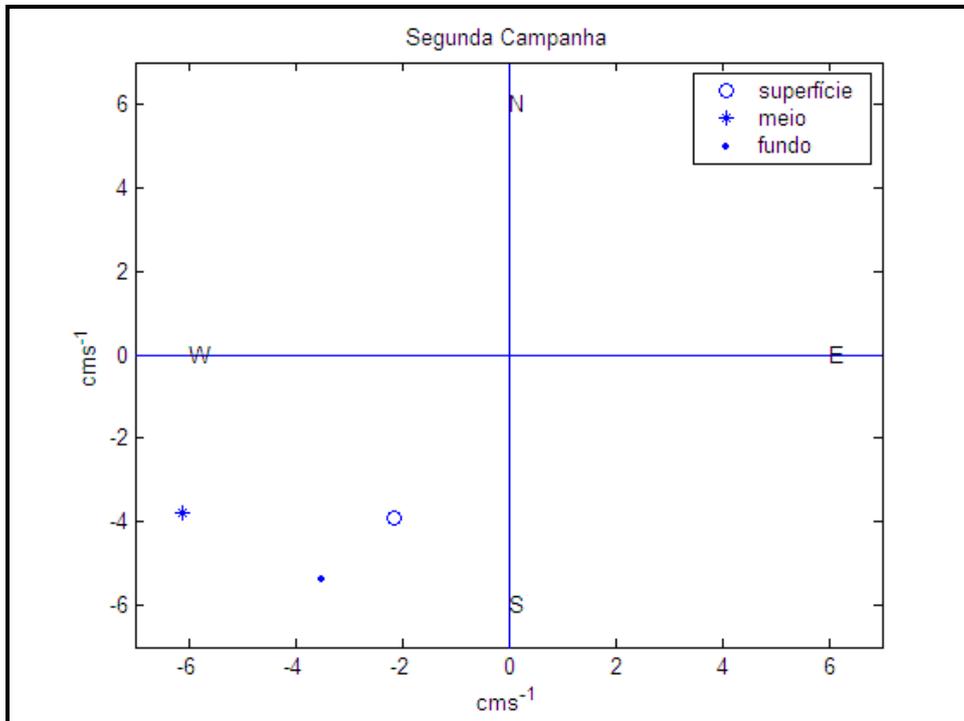


Figura 6.94: Corrente média em cada estrato da coluna de água durante a primeira campanha (maré de sizígia). Os pontos indicam a direção para onde flui a corrente.



**Figura 6.95:** Corrente média em cada estrato da coluna de água durante a segunda campanha (maré de quadratura). Os pontos indicam a direção para onde flui a corrente.

As variações de magnitude e direção da corrente parecem estar bastante relacionadas com a maré astronômicas, principalmente com a variação semi-diurna (6h). Entretanto, é importante ressaltar que os efeitos meteorológicos podem ter uma grande influência no nível da água e mascarar intensamente os efeitos da maré astronômica e conseqüentemente alterar a magnitude das correntes encontradas na Baía da Babitonga.

### **6.2.3.6.2.3. CONSIDERAÇÕES SOBRE OS ASPECTOS DA OCEANOGRAFIA FÍSICA**

O regime de maré na Baía da Babitonga é do tipo misto, predominantemente semi-diurno, com desigualdades de alturas para as preamares e baixa-mares consecutivas.

Os resultados da medição de correntes mostraram que as velocidades médias de correntes foram mais intensas na maré vazante para a desembocadura da Baía da Babitonga. De acordo com as conclusões dos estudos anteriores apresentados, existe uma forte concentração de energia nas correntes de maré enchente, que é diretamente proporcional à profundidade da medição. Estes estudos mostram que a Baía da Babitonga é caracterizada pela dominância de enchente de maré. Esta assimetria na propagação da onda de maré depende do balanço entre os efeitos de fricção e estreitamento do canal.

A baía pode ser caracterizada como um estuário do tipo hipersíncrono, onde os efeitos de constrição do canal parecem ser dominantes sobre os efeitos friccionais.

As variações de amplitude e fase da maré, devido ao estreitamento, afetam as velocidades de corrente de maré ao longo do estuário. Este comportamento é comprovado pelos aumentos na velocidade em até  $24 \text{ cm s}^{-1}$  de algumas constantes harmônicas.

Por fim, é importante ressaltar que foram encontradas correntes bastante fortes na região do empreendimento, cujos efeitos foram considerados na construção das estruturas portuárias e também nos estudos biológicos e de qualidade de água.

### 6.2.3.7. QUALIDADE DA ÁGUA NA BAÍA DA BABITONGA

#### 6.2.3.7.1. QUALIDADE DA ÁGUA NAS IMEDIAÇÕES DA ÁREA DE IMPLANTAÇÃO DOS TERMINAIS

A avaliação da qualidade das águas do trecho da Baía da Babitonga onde está implantado o Porto Organizado de São Francisco e do local onde pretendem ser implantados os Terminais TGSC e FERTIMPORT, foi realizada com a escolha de seis pontos de amostragem, dos quais cinco dispostos ao redor da área (**Figura 6.60**) e um próximo da praia da Figueira, em Itapoá. Foram retiradas três amostras de água em cada um dos pontos escolhidos, compreendendo, na lâmina superficial, no fundo e na profundidade intermediária de cada ponto.

Para esta avaliação da qualidade foram analisados parâmetros capazes de informar se o corpo hídrico possui contaminantes, e o teor destes.

Considerando o grande inventário da Baía, não são esperadas grandes variações nos parâmetros analisados, contudo, determinados parâmetros são capazes de informar se há influência de despejos industriais, sanitários e resíduos de petróleo.

Para auxiliar na verificação da influência de diferentes fontes de contaminação foram montados grupos de parâmetros capazes de trazer estas informações. Assim, para avaliação da presença de despejos industriais os parâmetros escolhidos foram; pH, DQO, DBO, oxigênio dissolvido (OD), Carbono Orgânico Total (TOC), óleos e graxas; para avaliação da presença de resíduos de agricultura intensiva; nitrato e nitrogênio total; para avaliação da presença de despejos sanitários: nitrogênio amoniacal, fósforo total, DQO, DBO, óleos e graxas; para avaliação da influência de águas de rios: condutividade, cloretos, salinidade e temperatura.

A interpretação da existência ou não de poluição pelas fontes mencionadas anteriormente deve ser feita mediante a junção de um conjunto de análises e, por este motivo, os resultados das análises foram agrupados em tabelas. A avaliação do quanto varia os parâmetros analisados pode ser melhor observada através de gráficos que compare os teores nos diferentes pontos amostrados.

Para avaliação da influência de águas de rios ou influência de outras lâminas de água observam-se os grupos de parâmetros apresentados na **Tabela 6.17**.

pH							OXIGÊNIO (mg/L)					
Pontos amostrais							Pontos amostrais					
Profundidade	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Superfície	7,9	7,8	8,0	7,9	7,3	7,8	6,6	6,7	6,8	6,7	7,7	6,9
Meio	7,9	7,8	7,9	7,9	7,3	7,8	6,6	6,9	6,9	6,6	7,4	7,1
Fundo	7,8	8,0	7,8	7,9	7,9	7,8	6,7	6,8	7,3	6,6	7,3	7,4
CLORETOS (g/L)							CONDUTIVIDADE A 25°C (mS/cm)					
Pontos amostrais							Pontos amostrais					
Profundidade	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Superfície	18,28	18,28	17,17	18,28	16,62	17,17	41,34	41,10	40,61	41,68	41,37	39,15
Meio	18,28	17,73	17,73	17,73	17,17	17,17	41,54	41,65	40,98	41,58	41,37	40,48
Fundo	17,73	17,75	18,29	17,73	17,13	17,73	41,10	41,11	40,78	41,47	41,52	40,50

**Tabela 6.17:** Resultados das análises das águas da Baía da Babitonga: pH, Oxigênio dissolvido, cloretos e condutividade.

O parâmetro pH não demonstra variações que podem ser atribuídas a ações antrópicas na data da amostragem, tão pouco lâminas de água com outras características. O teor de oxigênio dissolvido demonstra que há material sobrenadante nos pontos 2, 3 e 6, que consomem oxigênio em sua decomposição. O teor de cloretos apresentou variações em lâminas de água nos pontos 4 e 5, porém, estas variações não foram confirmadas pelas análises de condutividade.

O conjunto de dados da **Tabela 6.18** apresenta os parâmetros que informam as ações de esgoto sanitário e matéria orgânica. Destas Tabelas observa-se que os pontos 4 e 5 possuem maiores valores para óleos e graxas, contudo não há confirmação desta matéria orgânica nas análises de carbono orgânico total. De igual modo o ponto 3 apresenta matéria orgânica em sua lâmina d'água de fundo sem confirmação por carbono total. Utilizam-se as análises de DBO e DQO como balizador da presença de matéria orgânica por sofrer menos influência em água salgada e assegura-se matéria orgânica sobrenadante nos pontos 1, 4, 5 e 6, mesmo que em quantidade muito pequena.

ÓLEOS E GRAXAS (mg/L)							CARBONO ORGÂNICO TOTAL (mg/L)					
Pontos amostrais							Pontos amostrais					
Profundidade	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Superfície	<0,50	2,8	2,4	8	6,6	0,8	6,6	6,7	6,8	6,7	7,7	6,9
Meio	<0,50	4,6	6	<0,50	1,6	<0,50	6,6	6,9	6,9	6,6	7,4	7,1
Fundo	2	5,6	11,2	4,4	1	6,8	6,7	6,8	7,3	6,6	7,3	7,4
DBO (mg/L)							DQO (mg/L)					
Pontos amostrais							Pontos amostrais					
Profundidade	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Superfície	60	16	26	144	130	136	400	200	150	700	600	760
Meio	64	32	32	28	24	88	460	240	210	190	229	520
Fundo	3	36	40	8	4	32	40	290	330	50	22	310

**Tabelas 6.18:** Resultados das análises das águas da Baía da Babitonga: óleos e graxas, carbono orgânico total, DQO e DBO<sub>5</sub>.

A avaliação da contaminação por esgoto sanitário é complementada pela **Tabela 6.19**, assim como a avaliação de resíduos de atividades agrícolas, ou insumos agrícolas. Consta-se um teor elevado de nitrato no ponto 1 e 3, com confirmação do teor de nitrogênio total.

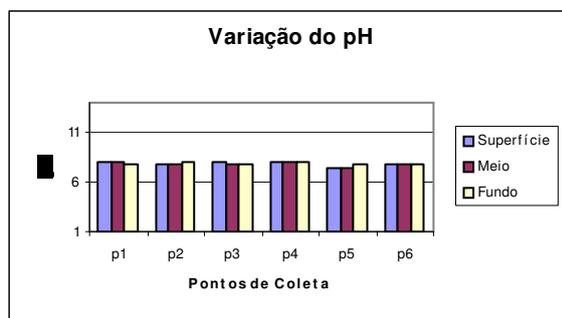
Como os teores de nitrogênio amoniacal não sofrem as mesmas alterações, conclui-se que não é de origem sanitária, mas possível presença de resíduos de insumos agrícolas, pois a variação dos parâmetros nitrogênio amoniacal e fósforo total seriam a comprovação da presença de despejos sanitários em níveis tais que pudessem caracterizar todo o meio como poluído por esgoto sanitário.

NITROGÊNIO TOTAL (mg/L)							NITRATO (mg/L)					
Pontos amostrais												
Profundidade	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Superfície	0,11	0,23	2,25	0,04	0,22	0,16	0,5	0,8	9,5	0,3	1	0,6
Meio	2,52	0,11	0,08	0,08	0,13	0,25	11,1	<0,40	10,7	0,4	0,3	0,7
Fundo	2,71	0,73	2,44	0,24	0,11	0,24	1,2	3,1	10,9	1	0,1	<0,40
NITROGÊNIO AMONIACAL (mg/L)						FÓSFORO TOTAL (mg/L)						
Pontos amostrais												
Profundidade	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Superfície	<0,03	0,04	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,141	0,095	0,072	0,385	0,102	0,077
Meio	<0,03	<0,03	0,07	<0,03	0,06	0,08	0,338	0,316	0,079	<0,010	0,067	0,092
Fundo	<0,3	<0,03	<0,03	<0,03	0,09	0,21	0,032	0,037	0,488	0,018	0,018	0,118

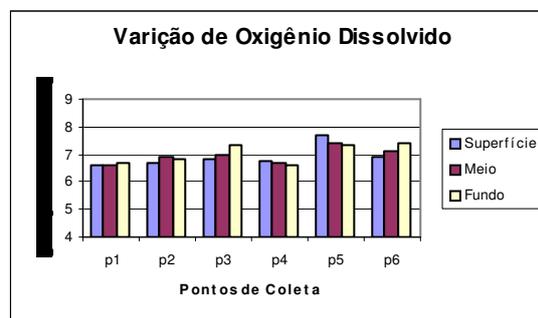
**Tabela 6.19:** Resultados das análises das águas da Baía da Babitonga: Nitrogênio Total, Nitrato, Nitrogênio amoniacal e Fósforo total.

As **Figuras 6.96 a 6.99** apresentam variações pequenas de seus teores para o primeiro grupo de parâmetros analisados, quais sejam; pH, OD, cloratos e condutividade. Estas variações pequenas são coerentes dado ao grande inventário de águas.

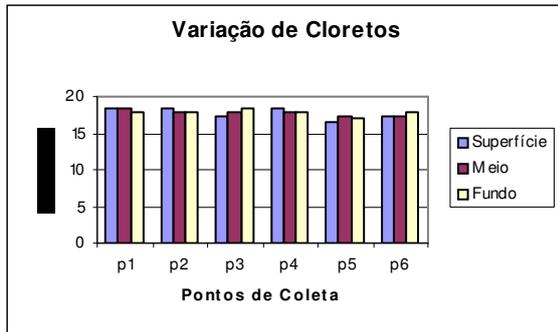
**Figura 6.96:** Valor do pH



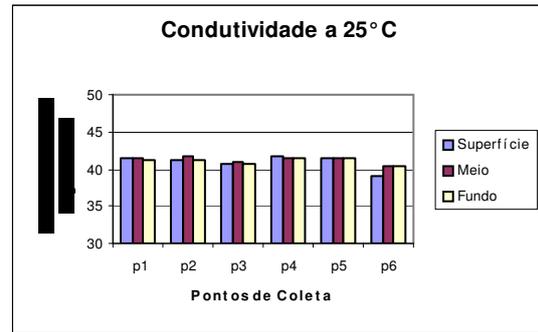
**Figura 6.97:** Teor de Oxigênio Dissolvido (mg/L)



**Figura 6.98:** Teor de cloretos (g/L)

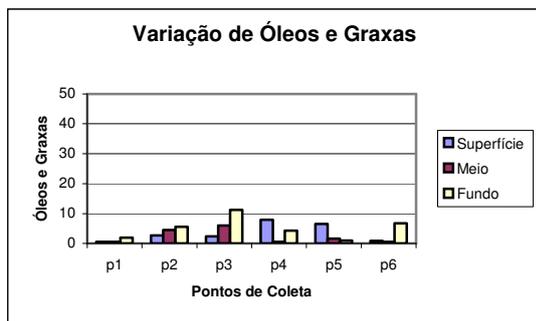


**Figura 6.99:** Valor da condutividade (mS/cm)

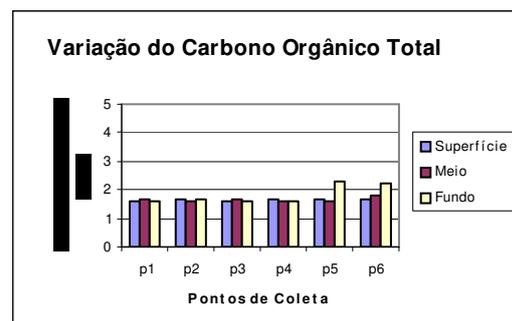


O parâmetro óleos e graxas apresentou maiores flutuações, sem que estas flutuações tenham sido confirmadas pelas análises de carbono orgânico total. Considerando os interferentes para óleos e graxas em meio salino, recorre-se aos teores de DQO e DBO para a avaliação do teor de matéria orgânica, onde estes não apresentaram variações discrepantes (**Figuras 6.100 a 6.103**). Os pontos 4, 5 e 6 apresentam maior quantidade de matéria orgânica sobrenadante.

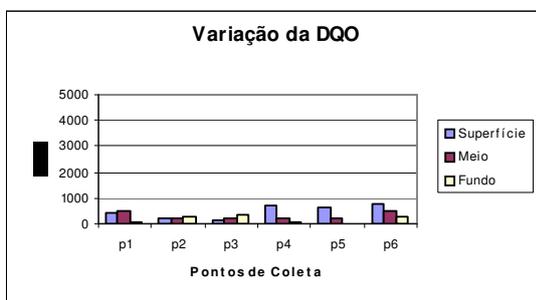
**Figura 6.100:** Teor de óleos e graxas (mg/L) total (mg/L)



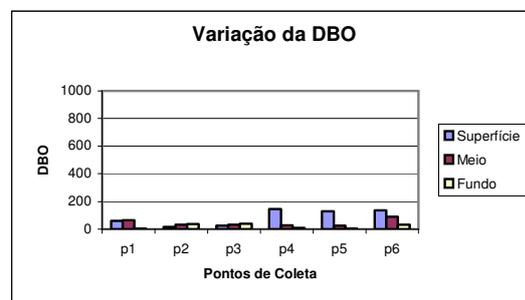
**Figura 6.101:** Teor de Carbono orgânico total (mg/L)



**Figura 6.102:** Valor da DQO (mg/L)

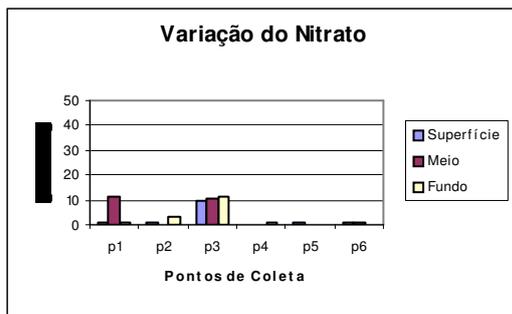


**Figura 6.103:** Valor da DBO (mg/L)

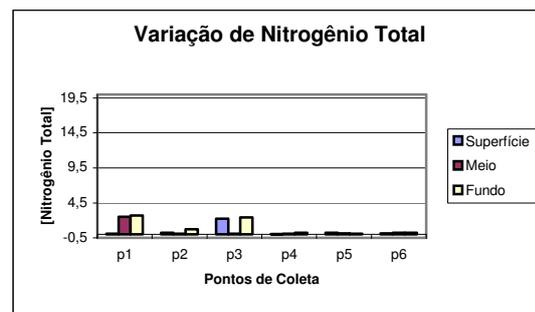


A apreciação das variações dos teores de nitrato e nitrogênio total nas **Figuras 6.104 e 6.105** trazem informação da presença de resíduos de material com origem vegetal ou insumos agrícolas nos pontos 1 e 3, e as variações dos parâmetros fósforo total e nitrogênio amoniacal não foram significativas (**Figuras 6.106 e 6.107**), dada a grande solubilidade das substâncias de origem sanitária em solução aquosa.

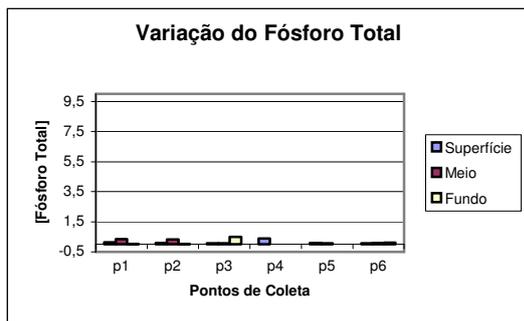
**Figura 6.104:** Teor de Nitrato (mg/L)



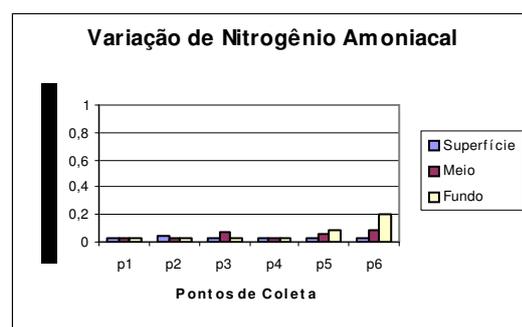
**Figura 6.105:** Teor de Nitrogênio total (mg/L)



**Figura 6.106:** Teor de Fósforo total (mg/L)



**Figura 6.107:** Teor de Nitrogênio amoniacal



Conclui-se que nas águas tem presença de material sobrenadante de origem vegetal e que estes resíduos consomem pequena parte do oxigênio dissolvido. Observa-se a presença de material de origem sanitária, bastante diluído. O meio, como um todo, apresenta-se uniforme com águas com bons teores de oxigênio dissolvido e pH natural. Não foi observada contribuição por poluentes de origem industrial.

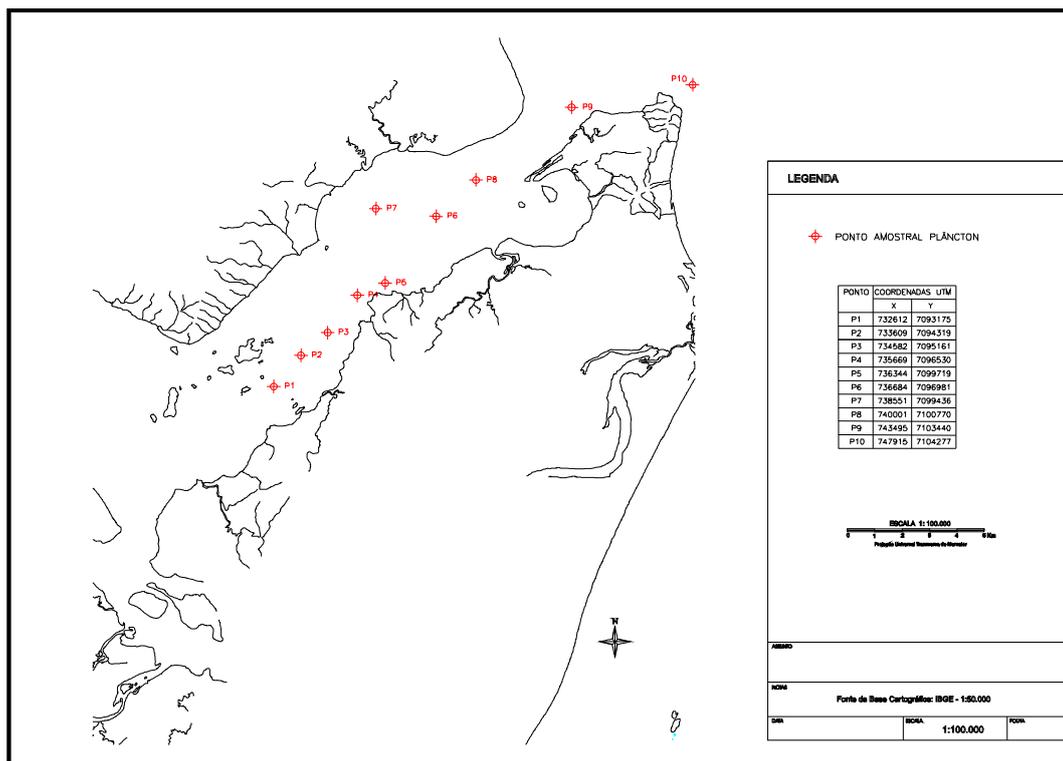
### 6.2.3.7.2. QUALIDADE DA ÁGUA NO CANAL DE ACESSO AO PORTO

Uma campanha de análise de água para avaliação da sua qualidade no canal de acesso à Baía da Babitonga foi realizada em 17 de julho de 2007, compondo 10 pontos amostrais, durante dois transectos, um de ida e outro de retorno.

O transecto de ida foi realizado em maré enchente (chamado maré enchente), com início as 08:00h em maré baixa, saindo das proximidades da Ilha da Rita e terminando as 15:00h em maré alta após a Praia do Forte.

O transecto de retorno (chamado maré vazante) teve 70% de seu percurso durante a maré vazante, com início as 16:00h em maré alta e chegada as 23:00h em maré enchente. A localização dos pontos de amostragem está apresentada na **Figura 6.108**, com coordenadas UTM.

Os resultados dos transectos estão apresentados nas **Tabelas 6.20 a 6.39** e contemplando profundidade, temperatura, Oxigênio Dissolvido(OD em mg/L), pH, Salinidade (g/L) e Total de Sólidos Dissolvidos (TDS em mg/L).



**Figura 6.108:** Localização dos pontos de amostragem de água no canal da Baía da Babitonga.

**Tabela 6.20:** Resultado da análise do transecto 1- maré de enchente

Distância (Km)	Profundidade e (metro)	temperatura (°C)	OD (mg/L)	pH	(%) OD saturação	Salinidade (g/L)	Sólidos Totais (mg/L)
0	0	17,83	6,11	7,8	75,9	27,7	27920
0	-1	17,84	6,14	7,77	76,3	27,72	27940
0	-2	17,85	6,06	7,76	75,3	27,74	27960
0	-3	17,88	6,01	7,74	74,8	27,79	28000
0	-4	17,93	6,02	7,77	75,1	27,88	28090
0	-5	17,95	6,02	7,78	75,1	27,92	28120
0	-6	17,98	6,02	7,8	75,1	27,97	28160
0	-7	18	6,13	7,78	76,5	28,01	28100
0	-8	18	6,3	7,76	75,3	28,02	28210
0	-9	18,01	6,07	7,76	75,3	28,02	28210

**Tabela 6.21:** Resultado da análise do transecto 2- maré de enchente

Distância (Km)	Profundidade (metro)	temperatura (°C)	OD (mg/L)	pH	(%) OD saturação	Salinidade (g/L)	Sólidos Totais (mg/L)
1,43	0	17,64	7,89	7,01	97,7	27,77	27980
1,43	-1	17,86	6,21	7,81	77,3	27,72	27940
1,43	-2	17,86	6,11	7,83	76	27,72	27930
1,43	-3	17,87	6,12	7,79	76,01	27,77	27990
1,43	-4	17,87	6,07	7,84	75,6	27,77	27990
1,43	-5	17,89	6,09	7,81	75,9	27,84	28050
1,43	-6	17,91	6,26	7,87	78	27,88	28090
1,43	-7	17,92	6,04	7,79	75,2	27,87	28080
1,43	-8	17,95	6,15	7,8	76,8	27,96	28150
1,43	-9	17,94	6,09	7,78	75,9	27,95	28150
1,43	-10	17,95	6,08	7,79	75,8	27,97	28170
1,43	-11	17,95	6,08	7,79	75,9	27,98	28170

**Tabela 6.22:** Resultado da análise do transecto 3- maré de enchente

Distância (Km)	Profundidade (metro)	temperatura (°C)	OD (mg/L)	pH	(%) OD saturação	Salinidade (g/L)	Sólidos Totais (mg/L)
2,96	0	18,2	6,57	7,83	82,5	28,25	28419
2,96	-1	18,24	6,21	7,86	78,2	28,47	28614
2,96	-2	18,23	6,17	7,85	77,6	28,51	28655
2,96	-3	18,23	6,13	7,87	77,1	28,51	28653
2,96	-4	18,23	6,15	7,87	77,3	28,5	28640
2,96	-5	18,23	6,13	7,86	77,1	28,51	28651
2,96	-6	18,23	6,1	7,87	76,8	28,61	28742
2,96	-7	18,23	6,05	7,87	76,2	28,65	28781
2,96	-8	18,23	6,02	7,87	75,8	28,65	28784
2,96	-9	18,23	5,98	7,88	75,3	28,66	28788
2,96	-10	18,23	5,97	7,88	75,2	28,66	28787

**Tabela 6.23:** Resultado da análise do transecto 4- maré de enchente

Distância (Km)	Profundidade (metro)	temperatura (°C)	OD (mg/L)	pH	(%) OD saturação	Salinidade (g/L)	Sólidos Totais (mg/L)
4,53	0	18,25	6,51	7,88	82,1	28,74	28863
4,53	-1	18,23	6,35	7,92	80,1	28,77	28891
4,53	-2	18,21	6,28	7,93	79,1	28,83	28942
4,53	-3	18,2	6,26	7,93	78,9	28,85	28959
4,53	-4	18,17	6,25	7,87	78,8	28,88	28991
4,53	-5	18,18	6,27	7,91	79	28,88	28986
4,53	-6	18,17	6,29	7,92	79,2	28,9	29003
4,53	-7	18,14	6,28	7,9	79	28,94	29038
4,53	-8	18,1	6,23	7,86	78,4	28,99	29087
4,53	-9	18,11	6,28	7,93	79	28,99	29084
4,53	-10	18,11	6,23	7,93	78,4	28,99	29085
4,53	-11	18,11	6,12	7,93	77,1	28,99	29086

**Tabela 6.24:** Resultado da análise do transecto 5- maré de enchente

Distância (Km)	Profundidade (metro)	temperatura (°C)	OD (mg/L)	pH	(%) OD saturação	Salinidade (g/L)	Sólidos Totais (mg/L)
5,63	0	18,35		7,8		28,77	28889
5,63	-1	18,24	6,6	7,94	83,3	28,91	29017
5,63	-2	18,22	6,44	7,95	81,3	28,94	29043
5,63	-3	18,19	6,53	7,95	82,3	28,98	29077
5,63	-4	18,2	6,4	7,95	80,7	28,97	29068
5,63	-5	18,15	6,45	7,96	81,2	29,02	29115
5,63	-6	18,1	6,51	7,96	82	29,06	29148
5,63	-7	18,1	6,52	7,96	82,1	29,06	29147
5,63	-8	18,1	6,49	7,96	81,7	29,05	29143
5,63	-9	18,07	6,48	7,96	81,5	29,07	29162
5,63	-10	18,06	6,49	7,96	81,7	29,08	29170
5,63	-11	18,06	6,45	7,96	81,1	29,09	29173
5,63	-12	18,06	6,45	7,96	81,2	29,08	29173
5,63	-13	18,06	6,46	7,96	81,2	29,08	29172
5,63	-14	18,06	6,44	7,96	81	29,09	29174
5,63	-15	18,06	6,42	7,96	80,8	29,09	29173
5,63	-16	18,06	6,5	7,96	81,9	29,09	29173
5,63	-17	18,04	6,48	7,96	81,6	29,09	29178
5,63	-18	18,04	6,44	7,96	81,1	29,09	29178

**Tabela 6.25:** Resultado da análise do transecto 6- maré de enchente

Distância (Km)	Profundidade (metro)	temperatura (°C)	OD (mg/L)	pH	(%) OD saturação	Salinidade (g/L)	Sólidos Totais (mg/L)
7,08	0	18,29	7,09	7,94	89,6	28,92	29025
7,08	-1	18,23	6,78	7,95	85,6	28,98	29080
7,08	-2	18,19	6,69	7,96	84,4	29	29096
7,08	-3	18,05	6,67	7,97	83,9	29,06	29150
7,08	-4	17,95	6,77	7,98	85	29,08	29170
7,08	-5	17,94	6,73	7,99	84,5	29,08	29171
7,08	-6	17,92	6,61	7,98	83	29,09	29175
7,08	-7	17,92	6,63	7,98	83,2	29,09	29176
7,08	-8	17,91	6,68	7,99	83,8	29,1	29183
7,08	-9	17,89	6,61	7,99	82,9	29,09	29178
7,08	-10	17,85	6,65	7,99	83,3	29,09	29178

**Tabela 6.26:** Resultado da análise do transecto 7- maré de enchente

Distância (Km)	Profundidade (metro)	temperatura (°C)	OD (mg/L)	pH	(%) OD saturação	Salinidade (g/L)	Sólidos Totais (mg/L)
10,65	0	17,01	erro	8,01		28,44	28593
10,65	-1	17,15	8,14	8	100,3	28,55	28698
10,65	-2	17,28	7,71	8,02	95,4	28,68	28808
10,65	-3	17,37	7,54	8,04	93,5	28,75	28870
10,65	-4	17,44	7,47	7,96	92,7	28,82	28937
10,65	-5	17,47	7,38	8,03	91,8	28,83	28947
10,65	-6	17,59	7,26	8,02	90,5	28,95	29049
10,65	-7	17,62	7,2	8,02	89,8	28,97	29072
10,65	-8	17,63	7,18	7,99	89,6	28,98	29079
10,65	-9	17,65	7,04	7,98	87,9	29	29097
10,65	-10	17,64	6,99	7,95	87,3	29	29096

**Tabela 6.27:** Resultado da análise do transecto 8- maré de enchente

Distância (Km)	Profundidade (metro)	temperatura (°C)	OD (mg/L)	pH	(%) OD saturação	Salinidade (g/L)	Sólidos Totais (mg/L)
13,01	0	16,5	9,42	8,07	114,3	27,95	28158
13,01	-1	16,67	8,24	8,05	100,4	28,1	28292
13,01	-2	16,93	7,74	8,02	95	28,39	28553
13,01	-3	16,96	7,63	8,01	93,6	28,43	28590
13,01	-4	17,08	7,47	8	91,9	28,53	28675
13,01	-5	17,19	7,3	7,99	90,1	28,62	28752
13,01	-6	17,4	7,19	7,97	89,2	28,79	28909
13,01	-7	17,38	7,2	7,97	89,2	28,77	28896
13,01	-8	17,41	7,19	7,96	89,2	28,79	28913
13,01	-9	17,46	7,14	7,96	88,8	28,83	28948
13,01	-10	17,5	7,11	7,95	88,4	28,87	28978
13,01	-11	17,51	7,11	7,95	88,4	28,88	28986
13,01	-12	17,51	7,1	7,95	88,3	28,87	28984
13,01	-13	17,51	7,1	7,96	88,3	28,87	28984

**Tabela 6.28:** Resultado da análise do transecto 9- maré de enchente

Distância (Km)	Profundidade (metro)	Temperatura (°C)	OD (mg/L)	pH	(%) OD saturação	Salinidade (g/L)	Sólidos Totais (mg/L)
16,94	0	16,03	8,75	8,11	104,9	27,5	27754
16,94	-1	16,04	8,49	8,11	101,7	27,5	27754
16,94	-2	16,05	8,45	8,08	101,3	27,5	27749
16,94	-3	16,05	8,4	8,07	100,7	27,5	27750
16,94	-4	16,04	8,39	8,06	100,5	27,51	27756
16,94	-5	16,11	8,3	8,01	99,7	27,61	27846
16,94	-6	16,16	8,23	8,02	99	27,66	27892
16,94	-7	16,24	8,17	8,03	98,4	27,75	27973
16,94	-8	16,41	8,02	8,02	97	27,9	28113
16,94	-9	16,58	7,89	8	96	28,06	28252
16,94	-10	16,58	7,88	8,01	95,7	28,06	28251
16,94	-11	16,7	7,82	8	95,3	28,16	28348
16,94	-12	16,62	7,86	8,01	95,6	28,11	28299
16,94	-13	16,72	7,78	8	94,9	28,2	28376
16,94	-14	16,7	7,78	8	94,9	28,16	28347
16,94	-15	16,74	7,75	7,99	94,6	28,21	28388
16,94	-16	16,74	7,74	8,04	94,5	28,22	28401
16,94	-17	16,78	7,71	8,06	94,2	28,25	28425
16,94	-18	16,78	7,74	8,06	94,6	28,26	28431

**Tabela 6.29:** Resultado da análise do transecto 10- maré de enchente

Distância (Km)	Profundidade (metro)	temperatura (°C)	OD (mg/L)	pH	(%) OD saturação	Salinidade (g/L)	Sólidos Totais (mg/L)
20,91	0	15,94	8,92	8,12	106,6	27,45	27709
20,91	-1	15,95	8,54	8,11	102,1	27,47	27720
20,91	-2	15,96	8,39	8,1	100,4	27,48	27735
20,91	-3	15,96	8,35	8,13	99,9	27,49	27746
20,91	-4	15,97	8,28	8,13	99	27,5	27753
20,91	-5	15,97	8,29	8,13	99,2	27,5	27751
20,91	-6	15,97	8,31	8,12	99,5	27,49	27744
20,91	-7	15,98	8,32	8,07	99,5	27,5	27748
20,91	-8	15,98	8,2	8,06	98,2	27,52	27768
20,91	-9	15,99	8,18	8,05	98	27,53	27778
20,91	-10	16	8,16	8,05	97,8	27,54	27788
20,91	-11	16,01	8,11	8,05	97,2	27,55	27796

**Tabela 6.30:** Resultado da análise do transecto 1- maré de vazante

Distância (Km)	Profundidade (metro)	temperatura (°C)	OD (mg/L)	pH	(%) OD saturação	Salinidade (g/L)	Sólidos Totais (mg/L)
0	0	17,82	6,28	7,79	77,9	27,35	27606
0	-1	17,82	6,16	7,8	76,5	27,42	27665
0	-2	17,84	6,08	7,79	75,5	27,45	27693
0	-3	17,87	6,06	7,78	75,2	27,5	27741
0	-4	17,9	6,07	7,79	75,4	27,57	27800
0	-5	17,93	6,11	7,8	76	27,61	27839
0	-6	17,94	6,16	7,85	76,7	27,65	27873
0	-7	17,95	6,2	7,83	77,2	27,67	27897
0	-8	17,96	6,21	7,85	77,4	27,69	27912

**Tabela 6.31:** Resultado da análise do transecto 2- maré de vazante

Distância (Km)	Profundidade (metro)	temperatura (°C)	OD (mg/L)	pH	(%) OD saturação	Salinidade (g/L)	Sólidos Totais (mg/L)
1,43	0	17,87	6,95	7,79	86,2	27,44	27682
1,43	-1	17,91	6,44	7,83	80	27,49	27728
1,43	-2	17,92	6,34	7,83	78,9	27,53	27766
1,43	-3	17,93	6,26	7,82	77,9	27,55	27783
1,43	-4	17,92	6,21	7,84	77,2	27,53	27765
1,43	-5	17,95	6,19	7,85	77,1	27,62	27851
1,43	-6	17,98	6,2	7,86	77,3	27,71	27926
1,43	-7	18,02	6,17	7,87	77	27,79	28004
1,43	-8	18,03	6,17	7,87	77,1	27,86	28065
1,43	-9	18,04	6,18	7,88	77,2	27,87	28075
1,43	-10	18,04	6,27	7,87	78,3	27,88	28085
1,43	-11	18,05	6,26	7,88	78,2	27,92	28116
1,43	-12	18,05	6,26	7,88	78,3	27,93	28126

**Tabela 6.32:** Resultado da análise do transecto 3- maré de vazante

Distância (Km)	Profundidade (metro)	temperatura (°C)	OD (mg/L)	pH	(%) OD saturação	Salinidade (g/L)	Sólidos Totais (mg/L)
2,96	0	17,96	6,48	7,83	80,8	27,78	27988
2,96	-1	18	6,24	7,86	77,8	27,82	28031
2,96	-2	18,02	6,17	7,87	77,1	27,85	28058
2,96	-3	18,04	6,22	7,85	77,7	27,9	28103
2,96	-4	18,07	6,21	7,87	77,7	27,95	28150
2,96	-5	18,06	6,21	7,87	77,6	27,94	28135
2,96	-6	18,06	6,19	7,86	77,4	27,95	28146
2,96	-7	18,07	6,16	7,88	77,1	27,97	28162
2,96	-8	18,09	6,2	7,89	77,6	28,02	28213
2,96	-9	18,1	6,2	7,89	77,7	28,05	28241
2,96	-10	18,12	6,2	7,9	77,7	28,09	28275
2,96	-11	18,12	6,21	7,89	77,8	28,11	28293

**Tabela 6.33:** Resultado da análise do transecto 4- maré de vazante

Distância (Km)	Profundidade (metro)	temperatura (°C)	OD (mg/L)	pH	(%) OD saturação	Salinidade (g/L)	Sólidos Totais (mg/L)
4,53	0	18,15	6,73	7,9	84,5	28,27	28435
4,53	-1	18,16	6,37	7,89	79,9	28,27	28439
4,53	-2	18,16	6,33	7,9	79,4	28,27	28439
4,53	-3	18,15	6,3	7,9	79	28,27	28433
4,53	-4	18,16	6,24	7,9	78,3	28,27	28437
4,53	-5	18,16	6,13	7,87	76,9	28,28	28449
4,53	-6	18,16	6,14	7,89	77,1	28,29	28452
4,53	-7	18,17	6,12	7,91	76,8	28,3	28465
4,53	-8	18,17	6,11	7,91	76,7	28,31	28472

**Tabela 6.34:** Resultado da análise do transecto 5- maré de vazante

Distância (Km)	Profundidade (metro)	temperatura (°C)	OD (mg/L)	pH	(%) OD saturação	Salinidade (g/L)	Sólidos Totais (mg/L)
5,63	0	18,14	6,75	7,94	85	28,8	28919
5,63	-1	18,14	6,63	7,93	83,5	28,81	28923
5,63	-2	18,16	6,51	7,94	82	28,81	28925
5,63	-3	18,15	6,51	7,93	81,9	28,81	28928
5,63	-4	18,15	6,49	7,93	81,6	28,82	28929
5,63	-5	18,15	6,45	7,93	81,2	28,82	28930
5,63	-6	18,15	6,45	7,96	81,2	28,82	28931
5,63	-7	18,14	6,38	7,99	80,3	28,82	28935
5,63	-8	18,14	6,47	7,99	81,5	28,82	28937
5,63	-9	18,14	6,5	7,99	81,9	28,83	28939
5,63	-10	18,14	6,51	7,99	82	28,83	28938

**Tabela 6.35:** Resultado da análise do transecto 6- maré de vazante

Distância (Km)	Profundidade (metro)	temperatura (°C)	OD (mg/L)	pH	(%) OD saturação	Salinidade (g/L)	Sólidos Totais (mg/L)
7,08	0	17,79	7,33	7,95	91,6	28,88	28988
7,08	-1	17,8	6,95	7,97	86,9	28,88	28989
7,08	-2	17,82	6,88	7,97	86,1	28,88	28991
7,08	-3	17,8	6,86	7,96	85,8	28,88	28986
7,08	-4	17,81	6,84	7,96	85,6	28,88	28985
7,08	-5	17,8	6,82	7,97	85,3	28,88	28986
7,08	-6	17,8	6,83	7,97	85,4	28,88	28989
7,08	-7	17,8	6,81	7,97	85,1	28,88	28989
7,08	-8	17,8	6,83	7,96	85,4	28,88	28988
7,08	-9	17,79	6,82	7,96	85,2	28,88	28987
7,08	-10	17,8	6,8	7,95	85,1	28,88	28987
7,08	-11	17,79	6,79	7,95	84,9	28,88	28988
7,08	-12	17,79	6,76	7,96	84,5	28,88	28989
7,08	-13	17,79	6,76	7,96	84,6	28,88	28989
7,08	-14	17,8	6,76	7,95	84,6	28,88	28988

**Tabela 6.36:** Resultado da análise do transecto 7- maré de vazante

Distância (Km)	Profundidade (metro)	temperatura (°C)	OD (mg/L)	pH	(%) OD saturação	Salinidade (g/L)	Sólidos Totais (mg/L)
10,65	0	17,09	7,71	8,05	94,8	28,41	28569
10,65	-1	17,1	7,44	8,05	91,5	28,42	28574
10,65	-2	17,12	7,46	8,07	91,9	28,43	28587
10,65	-3	17,18	7,45	8,06	91,8	28,49	28635
10,65	-4	17,24	7,37	8,02	90,9	28,52	28665
10,65	-5	17,26	7,32	8,03	90,4	28,55	28688
10,65	-6	17,27	7,27	8,05	89,8	28,55	28694
10,65	-7	17,27	7,2	8,04	89	28,55	28691
10,65	-8	17,27	7,22	8,04	89,2	28,55	28695
10,65	-9	17,28	7,14	8,03	88,2	28,56	28702
10,65	-10	17,28	7,13	8,04	88,2	28,56	28703

**Tabela 6.37:** Resultado da análise do transecto 8- maré de vazante

Distância (Km)	Profundidade (metro)	temperatura (°C)	OD (mg/L)	pH	(%) OD saturação	Salinidade (g/L)	Sólidos Totais (mg/L)
13,01	0	16,4	8,25	8,17	99,7	27,79	28014
13,01	-1	16,43	7,97	8,16	96,5	27,81	28032
13,01	-2	16,49	7,93	8,13	96,1	27,87	28084
13,01	-3	16,49	7,96	8,09	96,4	27,88	28091
13,01	-4	16,46	7,97	8,09	96,5	27,85	28066
13,01	-5	16,68	7,68	8,09	93,6	28,06	28255
13,01	-6	16,79	7,67	8,11	93,7	28,15	28336
13,01	-7	16,82	7,68	8,11	93,9	28,18	28359
13,01	-8	16,82	7,66	8,1	93,6	28,18	28363
13,01	-9	16,81	7,71	8,11	94,2	28,17	28351
13,01	-10	16,81	7,67	8,11	93,8	28,18	28360

**Tabela 6.38:** Resultado da análise do transecto 9 - maré de vazante

Distância (Km)	Profundidade (metro)	temperatura (°C)	OD (mg/L)	pH	(%) OD saturação	Salinidade (g/L)	Sólidos Totais (mg/L)
16,94	0	15,98	8,64	8,13	103,3	27,36	27620
16,94	-1	15,98	8,44	8,13	100,9	27,36	27624
16,94	-2	15,98	8,39	8,14	100,3	27,36	27625
16,94	-3	15,99	8,34	8,11	99,8	27,38	27637
16,94	-4	15,98	8,29	8,1	99,1	27,37	27636
16,94	-5	15,99	8,09	8,13	96,8	27,39	27652
16,94	-6	16,03	8,08	8,13	96,7	27,44	27697
16,94	-7	16,06	8,12	8,14	97,4	27,47	27721
16,94	-8	16,07	8,04	8,14	96,4	27,48	27727
16,94	-9	16,06	8,03	8,12	96,3	27,47	27726
16,94	-10	16,11	8,16	8,14	98	27,52	27764
16,94	-11	16,13	8,03	8,14	96,4	27,54	27788
16,94	-12	16,14	8,01	8,14	96,2	27,55	27797
16,94	-13	16,15	8,01	8,13	96,2	27,56	27803
16,94	-14	16,17	8,07	8,13	97	27,58	27820
16,94	-15	16,19	8	8,13	96,2	27,6	27837
16,94	-16	16,2	7,98	8,13	96	27,6	27840
16,94	-17	16,22	7,98	8,13	96,1	27,63	27871
16,94	-18	16,25	7,98	8,13	96,2	27,67	27900

**Tabela 6.39:** Resultado da análise do transecto 10 - maré de vazante

Distância (Km)	Profundidade (metro)	temperatura (°C)	OD (mg/L)	pH	(%) OD saturação	Salinidade (g/L)	Sólidos Totais (mg/L)
20,91	0	15,94	8,92	8,12	106,6	27,45	27709
20,91	-1	15,95	8,54	8,11	102,1	27,47	27720
20,91	-2	15,96	8,39	8,1	100,4	27,48	27735
20,91	-3	15,96	8,35	8,13	99,9	27,49	27746
20,91	-4	15,97	8,28	8,13	99	27,5	27753
20,91	-5	15,97	8,29	8,13	99,2	27,5	27751
20,91	-6	15,97	8,31	8,12	99,5	27,49	27744
20,91	-7	15,98	8,32	8,07	99,5	27,5	27748
20,91	-8	15,98	8,2	8,06	98,2	27,52	27768
20,91	-9	15,99	8,18	8,05	98	27,53	27778
20,91	-10	16	8,16	8,05	97,8	27,54	27788
20,91	-11	16,01	8,11	8,05	97,2	27,55	27796

Destas análises observa-se que o pH encontra-se dentro dos teores observados nas análises realizadas na campanha anterior, sendo estes em normalidade. Variações de 7 até 8,1 são decorrentes de matéria orgânica no meio, onde a presença de microorganismos decompositores aportam excreções ácidas.

A salinidade não teve variações que demonstrem alterações pertinentes a contribuições por água de rios ou outros fatores.

Na parte interna do canal observa-se que este teor é levemente elevado, podendo ser decorrente ao revolvimento de fundo pela movimentação das embarcações.

O teor de sólidos totais acompanhou o teor de salinidade, demonstrando a ausência de sais estranhos ao meio.

O teor de oxigênio dissolvido apresentou variações na lâmina de água superficial nos transectos 5 e 7, e de certa forma nos transectos 8 e 9, durante as amostragens de enchente. Isto se deve a presença de material sobrenadante, em forma de espuma, que leva a distorções dos valores de OD para acima do máximo em soluções salinas.